



TUGAS AKHIR - SS 145561

**Peramalan Penjualan Listrik (KWH) pada
Sektor Industri PT PLN (Persero) Distribusi
Jawa Timur Area Surabaya Barat dengan
Menggunakan *Exponential Smoothing***

Disusun Oleh :

Annisa Ramadhan

NRP 1313 030 100

Dosen Pembimbing

Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si

NIP 19660125 199002 1 001

Program Studi DIII

Jurusan Statistika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT - SS 145561

**Forecasting Electricity Sales (KWH)
Industrial Sector PT PLN (Persero)
Distribution of East Java, Surabaya West
Area Using Exponential Smoothing**

Student Name :

Annisa Ramadhan

NRP 1313 030 100

Academic supervisor

Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si

NIP 19660125 199002 1 001

Programe Study Diploma

Depatemen Statistics

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

Peramalan Penjualan Listrik (KWH) pada Sektor
Industri PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area
Surabaya Barat dengan Menggunakan *Exponential
Smoothing*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Diploma

pada

Program Studi Diploma III Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANNISA RAMADHAN

NRP. 1313 030 100

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Brodjol Sutijjo Suprih Ulama, M.Si
NIP 19660125 199002 1 001

(*Brodjol*)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JUNI 2016



**Peramalan Penjualan Listrik (KWH) pada Sektor Industri
PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya
Barat dengan Menggunakan *Exponential Smoothing***

Nama : Annisa Ramadhan
NRP : 131 030 100
Program studi : Diploma III
Jurusan : Statistika FMIPA – ITS
Pembimbing : Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si

ABSTRAK

Pendapatan PT PLN (Persero) berkontribusi terhadap penerimaan negara. Salah sektor pelanggannya yaitu Industri. Sektor Industri memberikan kontribusi pendapatan paling tinggi. Meningkatnya pelanggan sektor industri di wilayah kerja PT PLN (Persero) area Surabaya Barat mengakibatkan KWH semakin tinggi. Permasalahan yang muncul KWH menjadi berfluktuasi yang berakibat pendapatan PLN juga berfluktuasi. Untuk mengatasi permasalahan ini, dibutuhkan model peramalan KWH. Pada penelitian ini dilakukan analisis ramalan terhadap KWH sektor Industri golongan tarif 3.500 VA - 14 KVA , diatas 14 KVA - 200 KVA , diatas 200 KVA 0 30.000 KVA , diatas 30.000 KVA dengan metode Exponential Smoothing. Hasil analisis didapatkan golongan tarif yang memiliki penjualan KWH tertinggi adalah golongan tarif diatas 200KVA-KVA dan terendah yaitu golongan tarif 3500VA-14KVA. Pada tahun 2014 terjadi peningkatan penjualan KWH. Namun pada tahun 2015 terjadi penurunan pada setiap golongan tarif listrik. Model peramalan KWH terbaik golongan tarif 3500VA hingga 14KVA yaitu $F_{t+1} = 0,117364X_t + (1 - 0,117364)F_t$. Model peramalan KWH golongan tarif diatas 14KVA-200KVA yaitu $F_{t+m} = [0,9 X_t + (1 - 0,9)(S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,4(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0,4)b_{t-1}]$ Model peramalan KWH diatas 200KVA-30.000KVA yaitu $F_{t+m} = [0,9 X_t + (1 - 0,9)(S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,2(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0,2)b_{t-1}]$

Model peramalan KWH golongan diatas 30.000KVA yaitu

$$F_{t+m} = [0,9 X_t + (1-0,9)(S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,2(S_t - S_{t-1}) + (1-0,2)b_{t-1}]$$

Kata Kunci : *Exponential Smoothing, Golongan Tarif, KWH, Sektor Industri.*

Forecasting Electricity Sales (KWH) Industrial Sector PT PLN (Persero) Distribution of East Java, Surabaya West Area Using Exponential Smoothing

Student name : Annisa Ramadhan
NRP : 131 030 100
Programme : Diploma III
Department : Statistics FMIPA – ITS
Academic supervisor : Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si

ABSTRACT

Revenue PT PLN (Persero) contribute to Indonesian revenues. One of their customer sectors namely Industry. Industrial sector contributes the highest revenue. Increased industrial sector customers in the region of PT PLN (Persero) West Surabaya area resulted in higher KWH. To overcome this problem, it needs forecasting models KWH. In this research, the analysis forecasts the industry sector groups KWH rate of 3,500 VA - 14 KVA, above 14 KVA - 200 KVA, 200 KVA above 0 to 30,000 KVA, over 30,000 KVA with Exponential Smoothing method. The analysis we fare class that has the highest sales KWH is above 200kVA-class fare and the lowest KVA namely class 3500VA-14KVA rates. In 2014 there was an increase of sales KWH. But in 2015 there is a decrease in electricity rates of each group. Forecasting models KWH above 3500VA until 14KVA is

$F_{t+1} = 0,117364X_t + (1-0,117364)F_t$. Forecasting models

KWH above 14KVA until 200KVA is

$$F_{t+m} = [0,9 X_t + (1-0,9) (S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,4(S_t - S_{t-1}) + (1-0,4)b_{t-1}]$$

. Forecasting models KWH above 200kVA-30.000KVA is

$$F_{t+m} = [0,9 X_t + (1-0,9) (S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,2(S_t - S_{t-1}) + (1-0,2)b_{t-1}]$$

. Forecasting models KWH group above 30.000KVA is

$$F_{t+m} = [0,9 X_t + (1-0,9) (S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,2(S_t - S_{t-1}) + (1-0,2)b_{t-1}]$$

Keywords : *Exponential Smoothing, Group Rates, Industrial Sector, KWH.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dan rasa syukur yang sedalam-sedalamnya penulis ucapkan atas nikmat dan kemurahan Allah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Peramalan Penjualan Listrik (KWH) pada Sektor Industri PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat dengan Menggunakan *Exponential Smoothing*”** dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam proses pembuatan buku ini tak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu, saran dan motivasi kepada penulis.
2. Ibu Dr. Irhamah, S.Si., M.Si dan ibu Mike Prastuti, S.Si., M.Si selaku dosen penguji atas kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Drs. Nur Irawan, M.Ikom, Ph.D selaku dosen validasi atas ilmu dan dan saran yang membangun dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Jurusan dan bapak Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku Ketua Prodi DIII Statistika ITS yang telah memberikan fasilitas demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Shobir Ribut selaku Manajer Asman Pelayanan dan Administrasi Pelanggan dan ibu Qurotu Ayunita selaku karyawan PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat yang telah memberikan fasilitas demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Papa dan mama yang senantiasa menyebut nama penulis dalam setiap doa-doanya agar penulis dapat meraih kesuksesan, kebahagiaan dan tetap berada dalam lindungan-Nya. Mas Abi selaku satu satunya kakak yang senantiasa

mencurahkan perhatian dan kasih sayang kepada penulis. Terima kasih, papa, mama, dan mas Abi adalah alasan yang membuat penulis bisa sampai ke titik ini.

7. Mbak Wiwin, mbak Ririn, Uly, Cicil, Cendana, Swasti, Sandra, Ambar, Alil, dan Azzahro, terimakasih atas segala dukungan dan semangat dalam proses penyelesaian Tugas akhir maupun dalam kehidupan penulis..

serta semua pihak yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu. Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa penulis masih perlu banyak belajar. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar kedepannya lebih baik. Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, Mei 2016
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Statistika	7
2.1.1 Pengujian Nilai Tengah Dua Sampel Independen	7
2.1.2 Uji <i>Mann Whitney</i> Dua Sampel Independen	7
2.1.3 <i>Time Series</i>	8
2.1.4 Metode <i>Single Exponential Smoothing</i>	9
2.1.5 Metode <i>Double Exponential Smoothing</i>	9
2.1.6 Alat Ukur Menghitung Kesalahan Prediksi.....	11
2.2 Tinjauan Non Statistika	12
2.2.1 Profil PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat.....	12
2.2.2 <i>Kilo Volt Ampere</i> dan <i>Kilo Watt Hour</i>	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Sumber Data	15
3.2 Variabel Penelitian	15
3.3 Langkah Analisis Data.....	17
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Kharakteristik KWH Setiap Golongan Tarif	19
4.1 Kharakteristik KWH Setiap Tahun	20
4.1 Kharakteristik KWH Setiap Bulan	22
4.1 Peramalan KWH 3500VA-14KVA.....	33
4.1 Peramalan KWH di Atas 14KVA-200KVA.....	42
4.1 Peramalan KWH diatas 200KVA-30.000.....	50
4.1 Peramalan KWH 30.000KVA ke Atas	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Langkah analisis	18
Gambar 4.1 KWH Terjual Setiap Golongan Tarif Listrik	19
Gambar 4.2 Rata-rata KWH Setiap Tahun	20
Gambar 4.3 Rata-rata KWH setiap Tahun pada Golongan Tarif (a) 3500VA -14KVA, (b) 14KVA - 200KVA, (c) 200 KVA - 30.000KVA, (d) di atas 30.000KVA	20
Gambar 4.4 Karakteristik Bulanan KWH 3500VA-14KVA	22
Gambar 4.5 Uji Normalitas Jumlah KWH 3500VA-14KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 ...	23
Gambar 4.6 Uji Normalitas Jumlah KWH 3500VA-14KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015	24
Gambar 4.7 Karakteristik Bulanan KWH 14KVA-200KVA	25
Gambar 4.8 Uji Normalitas Jumlah KWH 14KVA-200KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 ...	26
Gambar 4.9 Uji Normalitas Jumlah KWH 14KVA-200KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015	26
Gambar 4.10 Karakteristik Bulanan Jumlah KWH di Atas 200KVA-30.000KVA.....	28
Gambar 4.11 Uji Normalitas Jumlah KWH 200KVA- 30.000KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013	29
Gambar 4.12 Uji Normalitas Jumlah KWH 200KVA- 30.000KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015	29
Gambar 4.13 Karakteristik Bulanan Jumlah KWH di Atas 30.000KVA	31
Gambar 4.14 Uji Normalitas Jumlah KWH di Atas 30.000KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 ...	31
Gambar 4.15 Uji Normalitas Jumlah KWH di Atas 30.000KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015	32

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1	Langkah Penelitian.....	18
Tabel 4.1	Uji Perbedaan Dua Sampel Independen Jumlah KWH 3500VA - 14KVA.....	25
Tabel 4.2	Uji Perbedaan Dua Sampel Independen Jumlah KWH di Atas 14KVA-200KVA.....	27
Tabel 4.3	Uji perbedaan dua sampel independen Jumlah KWH di Atas 200KVA-30.000KVA	30
Tabel 4.4	Uji Perbedaan Dua Sampel Independen Jumlah KWH di Atas 30.000KVA	33
Tabel 4.5	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>SES</i> 3500VA-14KVA	34
Tabel 4.6	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>SES</i> 3500VA-14KVA	34
Tabel 4.7	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>DES</i> 3500VA-14KVA.....	35
Tabel 4.8	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>DES</i> 3500VA-14KVA.....	36
Tabel 4.10	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA Data <i>Out-sample</i> Golongan Tarif 3500VA- 14KVA.....	37
Tabel 4.11	Pembobotan Optimum <i>Single Exponential Smoothing</i> 3500VA-14KVA dengan menggunakan Seluruh Data	38
Tabel 4.12	Pembobotan Optimum <i>Double Exponential</i> <i>Smoothing</i> dengan menggunakan Seluruh Data 3500VA-14KVA.....	39
Tabel 4.13	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data KWH 3500VA- 14KVA.....	40
Tabel 4.14	Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan Seluruh Data dengan Data <i>Out-sample</i> KWH Golongan Tarif 3500VA-14KVA	41

Tabel 4.15	Nilai Peramalan Jumlah KWH Golongan Tarif 3500VA-14KVA.....	42
Tabel 4.16	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>SES</i> 14KVA-200KVA	43
Tabel 4.17	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>SES</i> 14KVA-200KVA	43
Tabel 4.18	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>DES</i> 14KVA-200KVA.....	44
Tabel 4.19	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>DES</i> 14KVA-200KVA.....	45
Tabel 4.20	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA Data <i>Out-sample</i> Golongan Tarif 14KVA- 200KVA.....	46
Tabel 4.21	Pembobotan Optimum <i>Single Exponential Smoothing</i> 14KVA-200KVA dengan menggunakan Seluruh Data	47
Tabel 4.22	Pembobotan Optimum <i>Double Exponential</i> <i>Smoothing</i> dengan menggunakan Seluruh Data 14KVA-200KVA.....	48
Tabel 4.23	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data KWH 14KVA- 200KVA.....	49
Tabel 4.24	Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan Seluruh Data dengan Data <i>Out-sample</i> KWH Golongan Tarif 14KVA-200KVA	50
Tabel 4.25	Nilai Peramalan Jumlah KWH Golongan Tarif 14KVA-200KVA.....	51
Tabel 4.26	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>SES</i> 200KVA-30.000KVA	52
Tabel 4.27	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>SES</i> 200KVA-30.000KVA	53
Tabel 4.28	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>DES</i> 200KVA-30.000KVA.....	53
Tabel 4.29	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>DES</i> 200KVA-30.000KVA.....	54

Tabel 4.30	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA Data <i>Out-sample</i> Golongan Tarif 200KVA-30.000KVA.....	55
Tabel 4.31	Pembobotan Optimum <i>Single Exponential Smoothing</i> 200KVA-30.000KVA dengan menggunakan Seluruh Data.....	56
Tabel 4.32	Pembobotan Optimum <i>Double Exponential Smoothing</i> dengan menggunakan Seluruh Data 200KVA-30.000KVA	57
Tabel 4.33	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data KWH 200KVA-30.000KVA.....	58
Tabel 4.34	Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan Seluruh Data dengan Data <i>Out-sample</i> KWH Golongan Tarif 200KVA-30.000KVA	59
Tabel 4.35	Nilai Peramalan Jumlah KWH Golongan Tarif 200KVA-30.000KVA	60
Tabel 4.36	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>SES</i> di Atas 30.000KVA	61
Tabel 4.37	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>SES</i> di Atas 30.000KVA	62
Tabel 4.38	Pembobotan Optimum Data <i>In-sample</i> Metode <i>DES</i> di Atas 30.000KVA	63
Tabel 4.39	Pembobotan Optimum Data <i>Out-sample</i> Metode <i>DES</i> di Atas 30.000KVA	64
Tabel 4.40	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA Data <i>Out-sample</i> Golongan Tarif di Atas 30.000KVA.....	65
Tabel 4.41	Pembobotan Optimum <i>Single Exponential Smoothing</i> di Atas 30.000KVA dengan menggunakan Seluruh Data.....	67
Tabel 4.42	Pembobotan Optimum <i>Double Exponential Smoothing</i> dengan menggunakan Seluruh Data di Atas 30.000KVA.....	68

Tabel 4.43	Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data KWH di Atas 30.000KVA.....	69
Tabel 4.44	Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan Seluruh Data dengan Data <i>Out-sample</i> KWH Golongan Tarif di Atas 30.000KVA.....	70
Tabel 4.45	Nilai Peramalan Jumlah KWH Golongan Tarif di Atas 30.000KVA.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data penjualan KWH per seribu PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat.....	73
Lampiran 2 Pengujian perbedaan dua sampel tiap golongan tarif listrik.....	75
Lampiran 3 Pembobotan KWH tarif 3500VA-14KVA menggunakan metode <i>Single Exponential</i> <i>Smoothing</i>	79
Lampiran 4 Pembobotan KWH tarif 14KVA-200KVA menggunakan metode <i>Single Exponential</i> <i>Smoothing</i>	81
Lampiran 5 Pembobotan KWH tarif 200VA-30.000KVA menggunakan metode <i>Single Exponential</i> <i>Smoothing</i>	84
Lampiran 6 Pembobotan KWH tarif 30.000KVA keatas menggunakan metode <i>Single Exponential</i> <i>Smoothing</i>	86
Lampiran 7 Pembobotan KWH tarif 3500VA-14KVA menggunakan metode <i>Double Exponential</i> <i>Smoothing</i>	88
Lampiran 8 Pembobotan KWH tarif 14KVA-200KVA menggunakan metode <i>Double Exponential</i> <i>Smoothing</i>	93
Lampiran 9 Pembobotan KWH tarif 200VA-30.000KVA menggunakan metode <i>Double Exponential</i> <i>Smoothing</i>	97
Lampiran 10 Pembobotan KWH tarif 30.000KVA keatas menggunakan metode <i>Double Exponential</i> <i>Smoothing</i>	102

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) atau PT PLN (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) berbentuk perseroan terbatas. Tujuan utama BUMN adalah untuk mengejar keuntungan atau pendapatan (Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2003). Sehingga PT PLN (Persero) berkontribusi terhadap penerimaan negara. Pendapatan PT PLN (Persero) memiliki andil yang penting bagi pertumbuhan pembangunan baik itu pertumbuhan ekonomi maupun pembangunan infrastruktur Indonesia. Kota Surabaya adalah ibu kota Provinsi Jawa Timur sekaligus menjadi kota metropolitan kedua di Indonesia setelah Jakarta. Kota Surabaya juga merupakan pusat bisnis di Jawa Timur serta wilayah Indonesia bagian timur. Sehingga Surabaya meraih penghargaan sebagai kota masa depan pada penganugerahan *Socrates Award* di London (BBC, 2014). Hal ini tentu harus diimbangi dengan adanya suatu jaminan penyediaan energi yang baik dan secara kontinu di Indonesia. Untuk penyediaan dan distribusi listrik di Indonesia ditangani oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).

PT PLN (Persero) merupakan perusahaan penyedia listrik di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan listrik, PT PLN (Persero) memiliki wilayah kerja di seluruh daerah di Indonesia. Salah satunya adalah PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat. PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat bertugas sebagai pendistribusian listrik untuk KWH wilayah Jambangan, Taman, Sukodono, Menganti, Driyorejo, Wiyung, dan Karang Pilang. Pelanggan listrik PT PLN (Persero) dikelompokkan menjadi tujuh sektor berdasarkan keperluan pemakaian. Sektor tersebut antara lain Sektor Sosial, Industri, Bisnis, Industri, Kantor Pemerintahan, Penerangan Jalan, dan Layanan Khusus. Sektor Industri memberikan kontribusi pendapatan paling tinggi dibandingkan enam sektor lainnya. Hal

ini dikarenakan penjualan listrik (KWH) untuk sektor industri paling besar diantara enam sektor lainnya. Pada tahun 2015 ada sebesar 44,7 persen pendapatan PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur berasal dari Sektor Industri (PLN, 2015).

PT PLN (Persero) telah menerbitkan laporan keuangan semester I tahun 2015, dimana pada periode tersebut pendapatan penjualan tenaga listrik PT PLN (Persero) mengalami kenaikan sebesar Rp 12,5 triliun atau 18,1%. Pertumbuhan pendapatan ini berasal dari kenaikan volume penjualan listrik (KWH) menjadi sebesar 99,4 Terra Watt Hour (TWH) atau naik 1,8% dibandingkan periode tahun lalu. Jumlah KWH yang dilayani mencapai 59,5 juta KWH atau naik 6,82% (PLN, 2015). Meningkatnya KWH sektor industri di wilayah kerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat mengakibatkan penjualan listrik (KWH) semakin tinggi. Permasalahan yang muncul di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat adalah adanya gangguan aliran listrik hingga pemadaman listrik. Hal ini disebabkan terbatasnya kapasitas daya listrik. Terganggunya aliran listrik di Industri menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi pemilik industri maupun PT PLN (Persero). PT PLN (Persero) mengalami kerugian sebesar Rp 10,4 Triliun pada tahun 2015 (PLN, 2015). Dengan adanya gangguan listrik menyebabkan penjualan listrik (KWH) menjadi berfluktuasi yang berakibat pendapatan PLN juga berfluktuasi. Untuk mengatasi permasalahan ini, dibutuhkan gambaran tentang jumlah penjualan listrik (KWH) dimasa yang akan datang.

Pada penelitian ini dilakukan analisis ramalan terhadap penjualan listrik (KWH) sektor Industri golongan tarif I-1 TR 3.500 VA - 14 KVA , I-2 TR di atas 14 KVA - 200 KVA , I-3 TM di atas 200 KVA - 30.000 KVA , I-4 TT di atas 30.000 KVA dengan metode *Exponential Smoothing*. *Exponential Smoothing* telah berkembang dan menjadi metode praktis dengan penggunaan yang cukup luas, terutama dalam peramalan bagi persediaan. Kelebihan utama dari metode *Exponential Smoothing*

adalah dilihat dari kemudahan dalam pengoperasian (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

Penelitian mengenai peramalan penjualan listrik di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat oleh Anggraeni pada tahun 2012, Hasil penelitian didapatkan model peramalan penjualan listrik PT. PLN (PERSERO) Distribusi Jawa Timur Area Pelayanan Surabaya Barat untuk KWH pascabayar yakni menggunakan model *Double Exponential Smoothing*. Hasil peramalan penjualan listrik untuk KWH prabayar dengan menggunakan model *Double Exponential Smoothing* yang tertinggi yakni pada bulan Januari 2013 sebesar 4613653 KWH dan hasil ramalan terendah yakni pada bulan April 2012 sebesar 3435632 KWH.

Selain penelitian dari Anggraeni, Ratna Selfiana pada tahun 2011 melakukan penelitian dengan judul “Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah Tahun 2010”. Metode yang digunakan adalah tiga metode dari *Exponential Smoothing*. Hasil penelitian tersebut yaitu metode terbaik untuk meramalkan nilai ekspor Provinsi Jawa Tengah tahun 2010 adalah dengan metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter *level* sebesar 0,2. Nilai kesalahan yang dihasilkan dengan metode *Single Exponential Smoothing* parameter *level* sebesar 0,2 memberikan nilai kesalahan terkecil bila dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing*. Nilai MAE dan MAPE yang terkecil adalah dengan nilai *level* 0.2 yaitu sebesar 30.75524 dan 12.44265%. Jadi hasil peramalan nilai ekspor provinsi Jawa Tengah bulan Agustus, September, Oktober, Nopember dan Desember 2010 dengan menggunakan α 0.2 adalah sebesar 305.8768; 309.7854; 312.9123; 315.4139; dan 317.4151 juta USD.

Terdapat penelitian lain menggunakan tiga metode dari *Exponential Smoothing*. Penelitian dari Yesi Sekar pada tahun 2015 yang berjudul “Peramalan Jumlah Pengunjung Objek Wisata Owabong di Kabupaten Purbalingga pada Tahun 2015 dengan Metode *Exponential Smoothing*”. Hasil penelitian

tersebut yaitu metode terbaik untuk meramalkan jumlah pengunjung objek wisata Owabong di Kabupaten Purbalingga tahun 2015 adalah dengan metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter *level* sebesar 0,9. Nilai kesalahan dengan metode *Single Exponential Smoothing* parameter *level* sebesar 0,9 menunjukan MAPE, MAD, dan MSD terkecil bila dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing*. Nilai MAPE yang dihasilkan sebesar 1,57121. Selain itu nilai MAD yang dihasilkan sebesar 1,30949 dan MSD 3,52543. Nilai peramalan pengunjung yang dihasilkan sebanyak 798.639 orang.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat adalah adanya gangguan aliran listrik hingga pemadaman listrik. Hal ini disebabkan terbatasnya kapasitas daya listrik. Terganggunya aliran listrik di Industri menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi pemilik industri maupun PT PLN (Persero). Berdasarkan hal tersebut diperlukan model dan hasil peramalan penjualan listrik (KWH) untuk bulan Januari hingga bulan Juli tahun 2016.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diperoleh berdasarkan rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menemukan model penjualan listrik (KWH) PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat di Sektor Industri.
2. Mendapatkan hasil ramalan penjualan listrik (KWH) tiap golongan tarif pada sektor Industri PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat untuk bulan Januari hingga Juli tahun 2016.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh berdasarkan tujuan dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Peneliti dapat menerapkan metode peramalan *Exponential Smoothing* pada kasus nyata dalam perusahaan.

2. Penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi mengenai hasil peramalan penjualan listrik (KWH) pada Sektor Industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat untuk bulan Januari hingga Juli tahun 2016.

1.5 Batasan Masalah

Data penelitian ini adalah jumlah penjualan listrik (KWH) tiap golongan tarif pada sektor Industri hanya bulan Desember tahun 2012 hingga bulan Desember tahun 2015. Dari delapan golongan tarif, data yang digunakan pada penelitian ini hanyalah empat golongan tarif dari masing masing golongan industri berdasarkan pemakaian listrik paling besar yaitu tarif I-1 TR 3.500 VA - 14 KVA , I-2 TR di atas 14 KVA - 200 KVA , I-3 TM di atas 200 KVA - 30.000 KVA , dan I-4 TT di atas 30.000 KVA. Metode yang digunakan adalah *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*.

(Halaman sengaja dikoseongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Statistika

Pada bagian ini akan dikaji teori-teori yang berkaitan dengan *Time Series*, *Exponential Smoothing*, dan alat ukur menghitung kesalahan prediksi.

2.1.1 Pengujian Nilai Tengah Dua Sampel Independen

Pengujian nilai tengah dua sampel independen digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan antara dua sampel independen. Perumusan hipotesis uji nilai tengah dua sampel independen adalah sebagai berikut (Walpole, 1995).

Hipotesis satu arah lebih kecil:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < d_0$$

Daerah Kritis satu arah lebih kecil:

$$\text{Tolak } H_0 \text{ apabila } t < -t_{\alpha/2}$$

Statistik Uji:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - d_0}{\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}} \quad (2.1)$$

2.1.2 Uji Mann Whitney Dua Sampel Independen

Pengujian Mann Whitney digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan antara dua sampel independen. Perumusan hipotesis uji nilai tengah dua sampel independen adalah sebagai berikut (Daniel, 1989).

Hipotesis satu arah lebih kecil:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < d_0$$

Daerah Kritis satu arah lebih kecil:

$$\text{Tolak } H_0 \text{ apabila } T < W_\alpha$$

Statistik Uji:

$$T = S - \frac{n_1(n_1+1)}{2} \quad (2.2)$$

Keterangan:

S = Jumlah peringkat hasil-hasil pengamatan yang merupakan sampel dari populasi 1

n_1 = Jumlah peringkat hasil-hasil pengamatan yang merupakan sampel dari populasi 1

2.1.3 *Time Series*

Perencanaan dan pembuatan keputusan membutuhkan dugaan-dugaan tentang apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang. Peranan peramalan sebagai penjadwalan sumber daya yang tersedia, penyediaan sumber daya tambahan, dan penentuan sumber daya yang diinginkan dimasa yang akan datang (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999). Peramalan dapat diterapkan apabila terdapat tiga kondisi sebagai berikut:

1. Tersedia informasi tentang masa lalu.
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Model deret berkala (*time series*) merupakan salah satu dari metode peramalan kuantitatif. Model deret berkala (*time series*) adalah serangkaian nilai-nilai variabel yang disusun berdasarkan waktu. Metode deret berkala (*time series*) mempelajari pola gerakan-gerakan nilai variabel pada satu interval waktu (misal minggu, bulan dan tahun). Tujuan metode peramalan deret berkala (*time series*) adalah menemukan pola dalam deret historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan. Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999). Pola dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu:

1. Pola Horizontal (H)

Terjadi apabila nilai data dan fluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan.

2. Pola Musiman
Terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh musiman (misal kuartal tahun tertentu).
3. Pola Siklis
Terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti berhubungan siklus bisnis.
4. Pola *Trend*
Terjadi apabila terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.

2.1.4 Metode *Single Exponential Smoothing*

Metode Single Exponential Smoothing (SES) digunakan dalam peramalan data runtun waktu yang mengikuti suatu pola stasioner, namun bila terdapat trend maka metode ini tidak dapat digunakan. Metode SES didasarkan atas satu parameter pembobotan yaitu alfa (α) (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

Ramalan satu tahap ke depan, yaitu:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2.3)$$

dengan:

α = Nilai pembobotan optimum *level*

X_t = Nilai aktual pada periode t

F_{t+1} = Ramalan untuk periode satu tahap ke depan

F_t = Ramalan yang terakhir sebelumnya

Persamaan (1) merupakan bentuk umum yang digunakan dalam menghitung ramalan dengan metode SES. Metode ini banyak mengurangi masalah penyimpanan data, karena tidak perlu lagi menyimpan semua data historis atau sebagian daripadanya.

2.1.5 Metode *Double Exponential Smoothing*

Pada *Double Exponential Smoothing* terdapat dua metode yaitu metode linear satu parameter dari *Brown* dan metode linear dua parameter dari *Holt*

2.1.5.1 Metode Linear Satu Parameter dari *Brown*

Metode linear satu parameter sering juga disebut dengan metode *Brown* dan digunakan dalam peramalan data runtut waktu yang mengikuti suatu data *trend*. Metode *Brown* didasarkan atas satu parameter pembobotan yaitu alfa (α). Berikut ini adalah tahap menghitung nilai ramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999).

Persamaan (2) digunakan untuk menghitung nilai pemulusan *exponential* yaitu:

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (2.4)$$

Persamaan (3) digunakan untuk menghitung nilai pemulusan *exponential* ganda, yaitu:

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \quad (2.5)$$

Persamaan (4) digunakan untuk menghitung perbedaan antara nilai-nilai pemulusan *exponential* tersebut, yaitu:

$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad (2.6)$$

Persamaan (5) adalah faktor penyesuai tambahan yang hampir sama dengan pengukuran *Slope* suatu kurva, yaitu:

$$b_t = \frac{\alpha}{\alpha - 1} (S'_t - S''_t) \quad (2.7)$$

Persamaan (6) digunakan untuk membuat peramalan pada periode m mendatang, yaitu:

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2.8)$$

dengan:

S'_t = Pemulusan tahap pertama untuk periode t

S''_t = Pemulusan tahap kedua untuk periode t

F_{t+m} = Ramalan untuk periode $t+m$

X_t = Nilai aktual pada periode t

m = Jumlah periode ke muka yang akan diramalkan.

2.1.5.2 Metode Linear Dua Parameter dari *Holt*

Metode linear dua parameter sering juga disebut dengan metode *Holt* dan digunakan dalam peramalan data runtut waktu yang mengikuti suatu data *trend*. Metode *Holt* didasarkan atas dua parameter pembobotan yaitu α dan γ . Berikut ini adalah tahap menghitung nilai ramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (Makridakis, Wheelwright, & McGee, 1999). Persamaan (7) digunakan untuk menghitung nilai pemulusan *exponential* yaitu:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.9)$$

Persamaan (8) adalah faktor penyesuai tambahan yang hampir sama dengan pengukuran *Slope* suatu kurva, yaitu:

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (2.10)$$

Persamaan (9) digunakan untuk membuat peramalan pada periode m mendatang, yaitu:

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (2.11)$$

dengan:

S_t = Pemulusan eksponensial tahap pertama untuk periode

F_{t+m} = Ramalan untuk periode $t+m$

X_t = Nilai aktual pada periode t

m = Jumlah periode ke muka yang akan diramalkan.

2.1.6 Alat Ukur Menghitung Kesalahan Prediksi

Tujuan peramalan adalah untuk menghasilkan ramalan optimum yang tidak memiliki galat atau sebisa mungkin galat yang kecil yang mengacu pada *Root Mean Square Deviation (RMSD)*, *Mean Absolute Deviation (MAD)*, dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Oleh karena itu, setiap model peramalan pasti menghasilkan kesalahan. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati tepat. Setelah semua tahap dilakukan dan diperoleh model, maka model ini selanjutnya dapat digunakan

untuk melakukan peramalan pada data periode selanjutnya (Wei, 2006).

Rumus *RMSD*, *MAPE*, dan *MAD* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$MAPE = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - \hat{X}_t|}{X_t} \right\} 100\% \quad (2.12)$$

$$RMSD = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n |X_t - \hat{X}_t|^2}{n}} \quad (2.13)$$

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |X_t - \hat{X}_t|}{n} \quad (2.14)$$

dengan:

n = Banyaknya data

X_t = Nilai aktual pada periode t

\hat{X}_t = Nilai hasil peramalan pada waktu t .

2.2 Tinjauan Non Statistika

Pada bagian ini akan dikaji teori-teori yang berkaitan tentang profil PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat, *Kilo Volt Ampere* (KVA) dan *Kilo Watt Hour* (KWH).

2.2.1 Profil PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat

PT PLN (Persero) area Surabaya Barat adalah perusahaan BUMN penyedia tenaga listrik bagi kepentingan umum dalam jumlah dan mutu yang memadai, selain sebagai penyedia tenaga listrik. PT PLN (Persero) memiliki maksud dan tujuan untuk memupuk keuntungan dan melaksanakan penugasan Pemerintah di bidang ketenagalistrikan dalam rangka menunjang pembangunan dengan menerapkan prinsip-prinsip Perseroan terbatas. Visi dan misi PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat yaitu :

Visi : PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat menjadi pengelola distribusi tenaga listrik yang efisien, andal dan berkualitas dengan pelayanan *excellent*.

Misi : PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat mengelola distribusi tenaga listrik yang berorientasi pada kepuasan pelanggan dan anggota perusahaan, mendistribusikan tenaga listrik untuk meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat dan menjadi pendorong kegiatan ekonomi, mengelola distribusi listrik yang aman terhadap lingkungan.

Strategi keandalan utama PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat adalah meningkatkan keandalan jaringan distribusi dengan optimalisasi *preventive* dan *corrective maintenance* serta menge-dapankan kepedulian dan kebersamaan yang dilandasi nilai integritas untuk meningkatkan jaringan distribusi. Wilayah kerja PT PLN (Persero) Area SBB meliputi:

1. Kecamatan Jambangan
2. Kecamatan Taman
3. Kecamatan Sukodono
4. Kecamatan Menganti
5. Kecamatan Driyorejo
6. Kecamatan Wiyung
7. Kecamatan Karang Pilang.

Golongan tarif listrik industri dibedakan menjadi empat yaitu I-1, I-2, I-3, dan I-4 yang akan dijelaskan sebagai berikut (PLN, 2015):

1. I-1 merupakan golongan tarif untuk keperluan industri kecil/Industri dengan batas daya sebesar 450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200 VA, 3500 VA – 14 KVA.
2. I-2 merupakan golongan tarif untuk keperluan industri sedang dengan batas daya sebesar lebih dari 14 KVA - 200 KVA.

3. I-3 merupakan golongan tarif untuk keperluan industri menengah dengan batas daya sebesar lebih dari 200 KVA - 30.000 KVA.
4. I-4 merupakan golongan tarif untuk keperluan industri besar dengan batas daya sebesar 30.000 KVA keatas

2.2.2 Kilo Volt Ampere (KVA) dan Kilo Watt Hour (KWH)

Kilo Volt Ampere (KVA) merupakan energi yang disediakan oleh PT PLN (Persero) dari generator. KVA adalah satuan bagi daya yang dihasilkan oleh tenaga listrik, yakni hasil kali antara tegangan listrik (*volt*) dengan kuat arus (*ampere*) terpakai dalam waktu jam. *Kilo Watt Hour* (KWH) merupakan energi yang terpakai dalam waktu jam. Sehingga satu KWH sama dengan pemanfaatan energi listrik sebesar 1000 *Watt* dalam waktu satu jam. Alat untuk mengukur KWH adalah KWH meter. Dalam istilah PLN, KWH Meter adalah alat ukur listrik integrasi yang digunakan untuk mengukur besarnya energi aktif dalam satuan KWH. KWH meter merupakan suatu alat ukur yang banyak dipakai baik di lingkungan perumahan, perkantoran maupun industri. Pada perbedaan KWH meter di Industri dengan sektor lainnya adalah KWH meter yang dipasang sudah terintegrasi langsung oleh alat pembaca meter di kantor PT PLN dengan bantuan internet, sehingga tidak memerlukan pegawai PLN untuk datang ke industri untuk melihat pemakaian listrik di suatu industri tersebut (PLN,2015).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data penjualan listrik (KWH) pada sektor Industri. Periode data yang digunakan dimulai pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2015. Data sekunder ini diperoleh dari PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat beralamatkan Jalan Raya Taman 48D. Pada penggunaan peramalan KWH, data yang digunakan adalah seluruh data KWH pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015 dan data yang dibagi menjadi dua yaitu data *in-sample* dan data *out-sample*. Data *in-sample* dimulai bulan Januari 2014 hingga bulan Agustus 2015. Data *in-sample* berjumlah 20 data. Data *out-sample* mulai bulan September hingga bulan Desember 2015. Data *out-sample* berjumlah 4 data.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan adalah data penjualan listrik (KWH) periode bulanan pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2015. Variabel yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Golongan Tarif pada Sektor Industri

Golongan Tarif TR/TM/TT	Batas daya	Keterangan
I-1/TR	3500 VA-14 KVA	Golongan tarif untuk keperluan industri kecil
I-2/TR	di atas 14 KVA-200 KVA	Golongan tarif untuk keperluan industri sedang.
I-3/TM	di atas 200 KVA-30.000 KVA	Golongan tarif untuk keperluan industri menengah.
I-4/TT	30.000 KVA ke atas	Golongan tarif untuk keperluan industri besar.

Keterangan :

1. TR = Tegangan Rendah

2. TM = Tegangan Menengah
3. TT = Tegangan Tinggi

Parameter pembobotan didapatkan dengan dua cara yaitu secara percobaan manual dan optimum ARIMA dengan menggunakan *software* yang akan digunakan untuk mendapatkan parameter optimum ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Parameter Pembobotan manual yang digunakan

<i>Single Exponential Smoothing</i>	<i>Double Exponential Smoothing</i>	
<i>Level (α)</i>	<i>Trend (γ)</i>	<i>Level (α)</i>
0.1	0.1	0.1
0.2	0.2	0.2
0.3	0.3	0.3
0.4	0.4	0.4
0.5	0.5	0.5
0.6	0.6	0.6
0.7	0.7	0.7
0.8	0.8	0.8
0.9	0.9	0.9

Tabel 3.3 menunjukan struktur data *in-sample* dan *out-sample* pada penjualan listrik (KWH) tiap golongan tarif pada sektor Industri.

Tabel 3.3 Struktur Data *In-sample* dan *Out-sample*

		Golongan Tarif				
Tahun		T	3500 VA - 14 KVA (1)	di atas 14 KVA - 200 KVA (2)	di atas 200 KVA - 30.000 KVA (3)	30.000 KVA ke atas (4)
<i>In- sample</i> (1)	Januari 2014 -	1	$X_{(1,1,1)}$	$X_{(2,1,1)}$	$X_{(3,1,1)}$	$X_{(4,1,1)}$
	Agustus	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	2015	20	$X_{(1,1,20)}$	$X_{(2,1,20)}$	$X_{(3,1,20)}$	$X_{(4,1,20)}$

Tabel 3.3 Struktur Data *In-sample* dan *Out-sample* (Lanjutan)

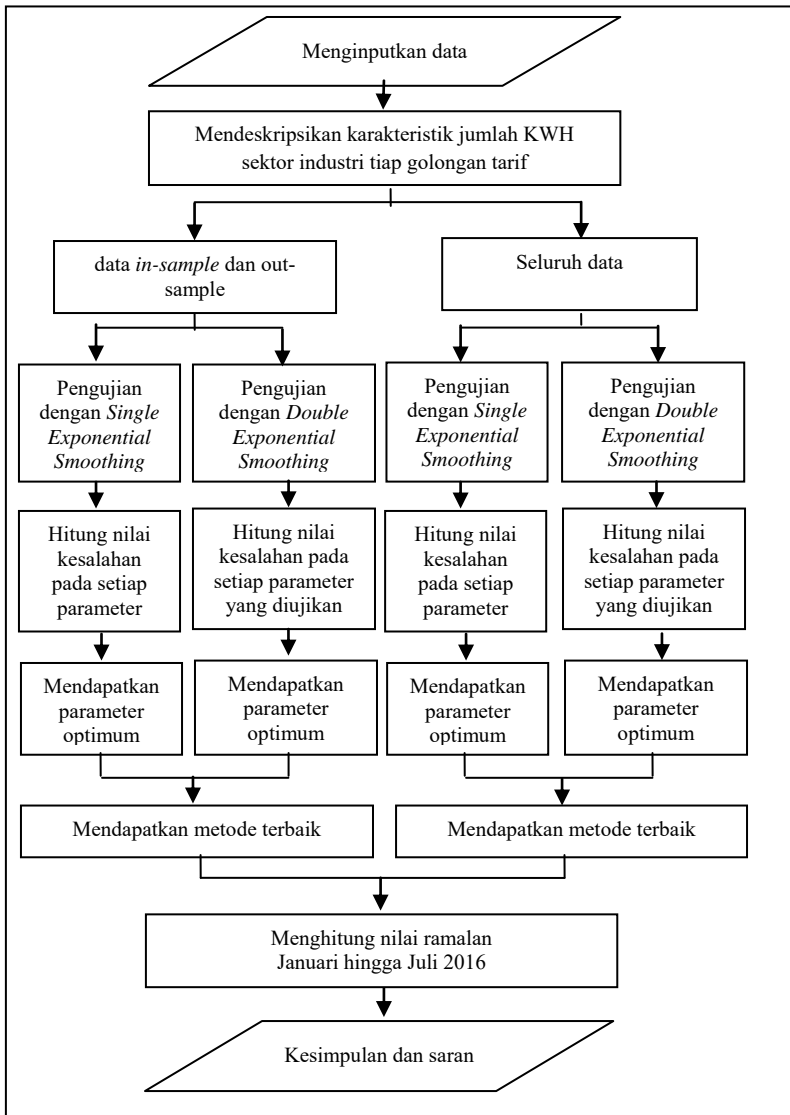
<i>Out-sample</i> (2)	Juni - Desember 2015	1	$X_{(1,2,1)}$	$X_{(2,2,1)}$	$X_{(3,2,1)}$	$X_{(4,2,1)}$
		2	$X_{(1,2,2)}$	$X_{(2,2,2)}$	$X_{(3,2,2)}$	$X_{(4,2,2)}$
		\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
		4	$X_{(1,2,4)}$	$X_{(2,2,4)}$	$X_{(3,2,4)}$	$X_{(4,2,4)}$

3.3 Langkah Analisis

Berdasarkan tujuan penelitian maka langkah analisis yang digunakan adalah

1. Mendeskripsikan karakteristik jumlah penjualan listrik (KWH) tiap golongan tarif listrik PT PLN distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat pada sektor Industri.
2. Mendapatkan model peramalan untuk jumlah penjualan listrik (KWH) PT PLN distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat pada sektor industri dengan golongan tarif I-1 TR di atas 3.500 VA - 14 KVA , I-2 TR di atas 14 KVA - 200 KVA , I-3 TM di atas 200 KVA - 30.000 KVA, dan I-4 TT di atas 30.000 KVA dengan metode *exponential smoothing*.
 - a. Mendapatkan parameter optimum yang tidak memiliki galat atau sebisa mungkin galat yang kecil yang mengacu pada *Root Mean Square Deviation (RMSD)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dengan metode *exponential smoothing* yang terpilih.
 - b. Memperoleh model ramalan dengan metode *exponential smoothing* yang terpilih.
3. Mendapatkan nilai ramalan optimum peramalan untuk jumlah penjualan listrik (KWH) PT PLN distribusi Jawa Timur area Surabaya Barat pada sektor industri dengan golongan tarif I-1 TR di atas 3.500 VA - 14 KVA , I-2 TR di atas 14 KVA - 200 KVA , I-3 TM di atas 200 KVA - 30.000 KVA, dan I-4 TT di atas 30.000 KVA untuk bulan Januari hingga bulan Juli 2016.

Berikut adalah langkah analisis dari penelitian ini.

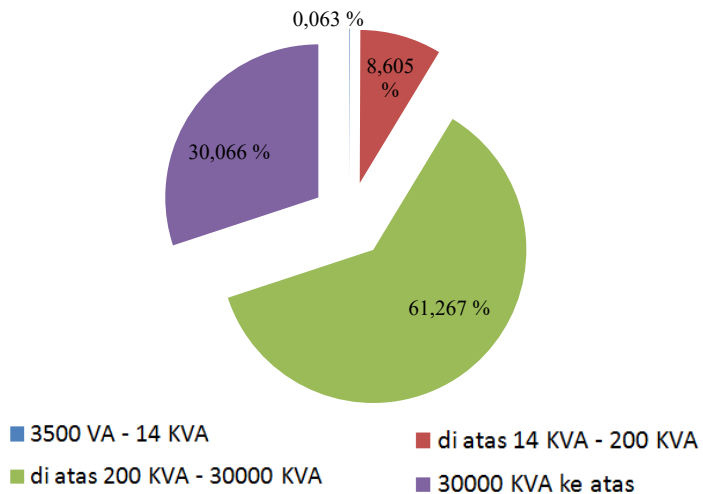


Gambar 3.1 Langkah Analisis

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik KWH Setiap Golongan Tarif

Karakteristik KWH terjual pada sektor Industri setiap golongan tarif listrik di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat ditunjukkan pada Gambar 4.1.



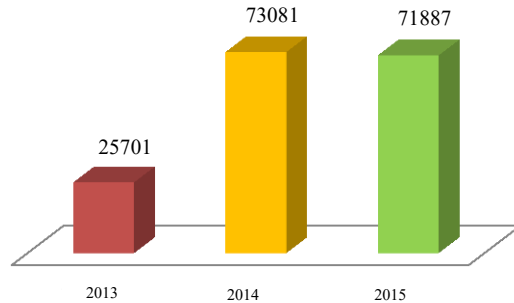
Gambar 4.1 KWH Terjual Setiap Golongan Tarif Listrik

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa 61,267% penjualan KWH sektor Industri di PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat berasal dari golongan tarif di atas 200 KVA hingga 30.000KVA. Penjualan KWH sektor Industri di PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat 30,066% berasal dari golongan tarif di atas 30.000KVA. Penjualan KWH sektor Industri di PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat 8,605% berasal dari golongan tarif di atas 14 KVA hingga 200 KVA. Penjualan KWH sektor Industri di PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat 0,063% berasal dari golongan tarif di atas 3500 VA hingga 14 KVA. Sehingga Golongan tarif yang memiliki penjualan yang tertinggi hingga terendah adalah golongan tarif di atas 200KVA-30.000KVA,

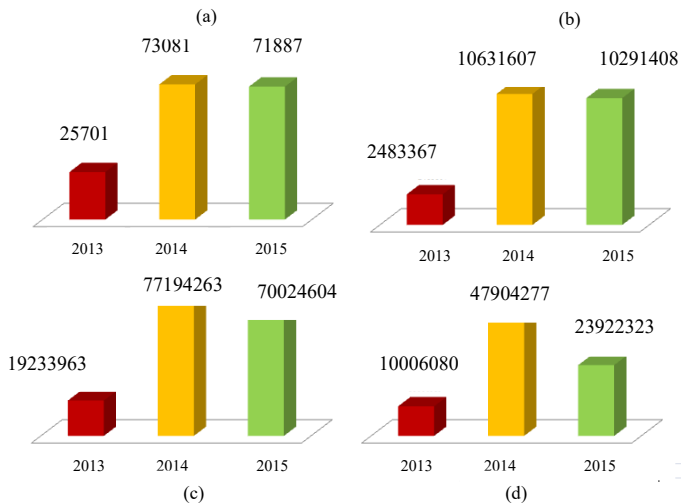
golongan tarif di atas 30.000 KVA, golongan tarif di atas 14KVA-200KVA dan golongan tarif 3500VA-14KVA.

4.2 Karakteristik KWH Setiap Tahun

Karakteristik rata-rata KWH terjual pada sektor Industri pada tahun 2013, 2014 dan 2015 di PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Rata-rata KWH Setiap Tahun



Gambar 4.3 Rata-rata KWH setiap Tahun pada Golongan Tarif (a) 3500VA -14KVA, (b) 14KVA - 200KVA, (c) 200 KVA - 30.000KVA, (d) di atas 30.000KVA,

Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa rata-rata penjualan KWH golongan tarif di atas 200 KVA hingga 30.000KVA pada tahun 2013 sebesar 25701 KWH, 2014 sebesar 73081 KWH dan 2015 sebesar 71887 KWH. Rata-rata penjualan KWH golongan tarif di atas 30.000KVA pada tahun 2013 sebesar 2483367 KWH, 2014 sebesar 10631607 KWH dan 2015 sebesar 10291408 KWH. Rata-rata penjualan KWH golongan tarif di atas 14KVA hingga 200KVA pada tahun 2013 sebesar 19233963 KWH, 2014 sebesar 77194263 KWH dan 2015 sebesar 70024604 KWH. Rata-rata penjualan KWH golongan tarif 3500 hingga 14KVA pada tahun 2013 sebesar 10006080 KWH, 2014 sebesar 47904277 KWH dan 2015 sebesar 23922323 KWH. pada tahun 2014 setiap golongan tarif listrik di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat mengalami kenaikan. Peningkatan tersebut diakibatkan karena semakin meningkatnya jumlah pelanggan dan daya tersambung. Selain itu, awal tahun 2014 terdapat tiga item inisiatif strategis yang dimiliki seluruh pegawai PLN Area Surabaya Barat. Tiga Program Unggulan PLN Area Surabaya Barat tahun 2014 baru untuk mendukung kinerja perusahaan. Tiga program tersebut antara lain:

1. GOLD (*Gudang Online Swalayan and Delivery*) merupakan pengaturan sistem pendataan.
2. GREBUK (Grebek Kubikel) merupakan program unggulan dalam workstream Technical System OPI ini ditujukan untuk menurunkan tingkat gangguan pada kubikel atau gardu beton sehingga secara otomatis juga akan menurunkan jumlah gangguan penyulang.
3. AJAR LADANG (Pembelajaran Lintas Bidang) merupakan pembelajaran dilaksanakan lintas bidang sebagai bentuk pengkayaan materi serta mempersiapkan generasi muda. yang lebih matang dari sisi hard maupun soft skill. Secara bertahap juga akan diterapkan kepada pegawai senior sebagai upaya pengembangan dan pengkayaan pengetahuan SDM.

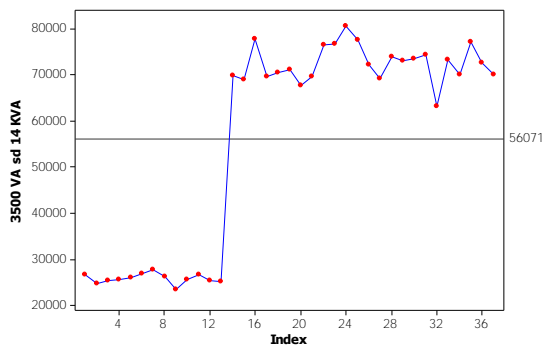
Sedangkan pada tahun 2015 setiap golongan tarif listrik mengalami sedikit penurunan penjualan KWH. Meskipun bertumbuhnya perekonomian Indonesia pada tahun 2015 menjadi 4,73 persen, alasan terjadi penurunan penjualan KWH sektor Industri di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat dikarenakan daya beli konsumen rendah serta adanya suku bunga (BI Rate) yang cukup tinggi yaitu sebesar 7,5 persen. Sehingga pada bulan November 2015 PT PLN (Persero) mengambil tiga tindakan menyusul kebijakan ekonomi Pemerintah khususnya tentang tarif listrik untuk pelaku industri dalam upaya meningkatkan daya saing industri. Tiga tindakan tersebut yaitu penurunan tarif listrik, diskon tarif listrik pada penggunaan listrik pada malam hari dan penundaan pembayaran tagihan listrik bagi pelanggan sektor Industri.

4.3 Karakteristik KWH Setiap Bulan

Karakteristik KWH pada sektor Industri pada golongan tarif 3500VA-14KVA, di atas 14KVA-200KVA, di atas 200KVA-30.000KVA, dan di atas 30.000KVA.

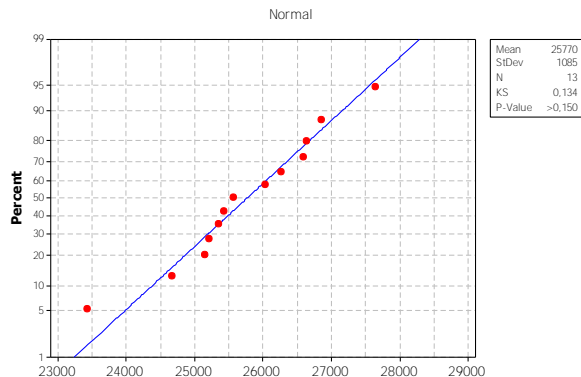
4.3.1 Karakteristik KWH 3500VA-14KVA

Karakteristik KWH pada sektor Industri pada golongan tarif 3500VA-14KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2015 ditunjukkan pada Gambar 4.4.

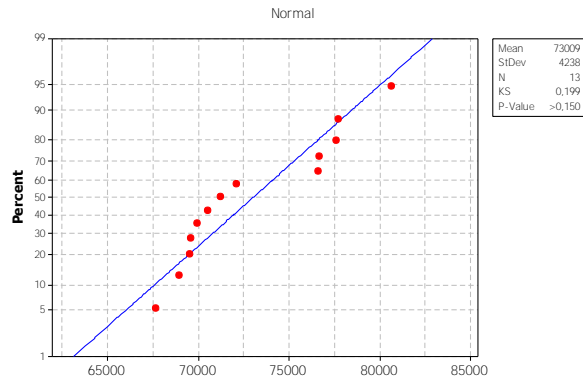


Gambar 4.4 Karakteristik Bulanan KWH 3500VA-14KVA

Pada bulan Januari 2014 terlihat kenaikan penjualan sebesar 44.790 KWH atau dapat dikatakan naik hingga 178%. Peningkatan ini disebabkan adanya tiga program baru oleh PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat. Rata-rata penjualan KWH golongan tarif 3500VA-14KVA sebesar 56.071KWH. Rata-rata penjualan KWH sebelum tiga program unggulan terlaksana pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 sebesar 25.770,46 KWH. Rata-rata penjualan KWH setelah tiga program unggulan terlaksana pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015 sebesar 72.483,79 KWH. Selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan bulan Januari 2014 hingga Januari 2015. Uji normalitas dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa *P-Value* 0,150 lebih dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 berdistribusi normal. Sedangkan Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa *P-Value* 0,150 lebih dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015 berdistribusi normal.



Gambar 4.5 Uji Normalitas Jumlah KWH 3500VA-14KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013



Gambar 4.6 Uji Normalitas Jumlah KWH 3500VA-14KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015

Selanjutnya dilakukan uji perbedaan dua sampel independen pada golongan tarif 3500VA-14KVA. Uji perbedaan dua sampel independen merupakan uji beda dua data penjualan KWH 13 bulan sebelum dilaksanakan tiga program baru untuk menaikkan kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan 13 bulan sesudah tiga program baru dilaksanakan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015. Pengujian ini dilakukan dengan nilai α sebesar 0,05.

Hipotesis:

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ (tidak ada perbedaan antara penjualan KWH golongan tarif 3500VA-14KVA pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015)

$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$ (rata-rata penjualan KWH golongan tarif 3500VA-14KVA pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 lebih kecil dibandingkan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015)

Daerah Kritis:

Tolak H_0 apabila $t < -2,06$ atau $p\text{-value} < 0,05$

Statistik Uji:

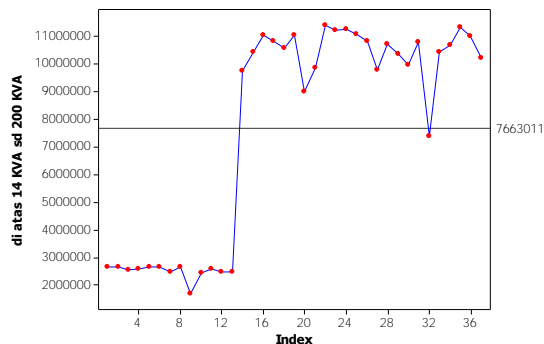
Tabel 4.1 Uji Perbedaan Dua Sampel Independen Jumlah KWH 3500VA - 14KVA

<i>T test</i>	<i>P-Value</i>
-38,93	0,00

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa *T test* -38,93 kurang dari -2,06 dan *P-Value* 0,00 kurang dari 0,05 sehingga tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa ada rata-rata penjualan KWH golongan tarif 3500VA-14KVA pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 lebih kecil dibandingkan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015

4.3.2 Karakteristik KWH 14KVA-200KVA

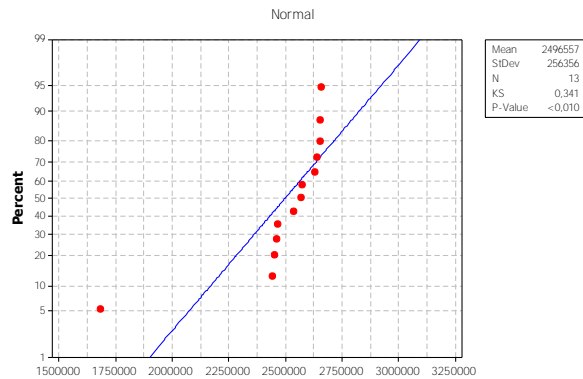
Karakteristik KWH pada sektor Industri pada golongan tarif 14KVA-200KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2015 ditunjukkan pada Gambar 4.7.

**Gambar 4.7** Karakteristik Bulanan Jumlah KWH 14KVA-200KVA

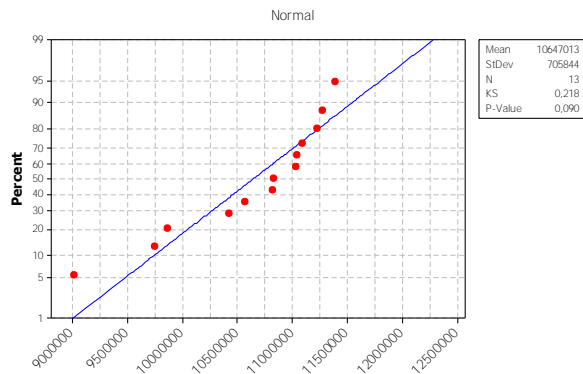
Gambar 4.5 menunjukkan bahwa jumlah KWH untuk golongan tarif 14KVA-200KVA semakin lama semakin mengalami kenaikan. Pada bulan Januari 2014 terlihat kenaikan penjualan sebesar 7.302.810 KWH atau dapat dikatakan naik hingga 297%. Peningkatan ini disebabkan adanya tiga program baru oleh PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat. Rata-rata penjualan KWH golongan tarif

14KVA-200KVA sebesar 7.663.011KWH. Rata-rata penjualan KWH sebelum tiga program unggulan terlaksana pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 sebesar 2.496.557 KWH. Rata-rata penjualan KWH setelah tiga program unggulan terlaksana pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015 sebesar 10.461.507 KWH.

Selanjutnya dilakukan uji normalitas dapat ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Uji Normalitas Jumlah KWH 14KVA-200KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013



Gambar 4.9 Uji Normalitas Jumlah KWH 14KVA-200KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa *P-Value* 0,010 kurang dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 tidak berdistribusi normal. Sedangkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa *P-Value* 0,090 lebih dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015 berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji perbedaan *Mann Whitney* dua sampel independen pada golongan tarif 14KVA-200KVA. Uji perbedaan dua sampel independen merupakan uji beda dua data penjualan KWH 13 bulan sebelum dilaksanakan tiga program baru untuk menaikkan kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan 13 bulan sesudah sesudah tiga program baru dilaksanakan.pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015.

Hipotesis:

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ (tidak ada perbedaan antara penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015)

$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$ (rata-rata penjualan KWH golongan tarif pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 lebih kecil dibandingkan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015)

Daerah Kritis:

Tolak H_0 apabila $T < 123$ atau $p\text{-value} < 0,05$

Statistik Uji:

Tabel 4.2 Uji Perbedaan Dua Sampel Independen Jumlah KWH di Atas 14KVA-200KVA

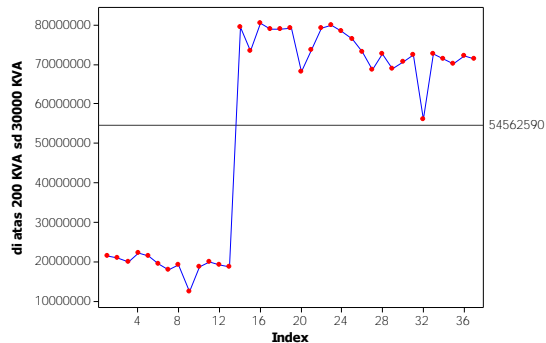
<i>T</i>	<i>P-Value</i>
91	0,00

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai *Mann Whitney* sebesar 91 kurang dari 123 dan *P-Value* 0,00 kurang dari 0,05 sehingga tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa rata-rata penjualan KWH golongan tarif 14KVA-200KVA pada bulan Desember

2012 hingga Desember 2013 lebih kecil dibandingkan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015.

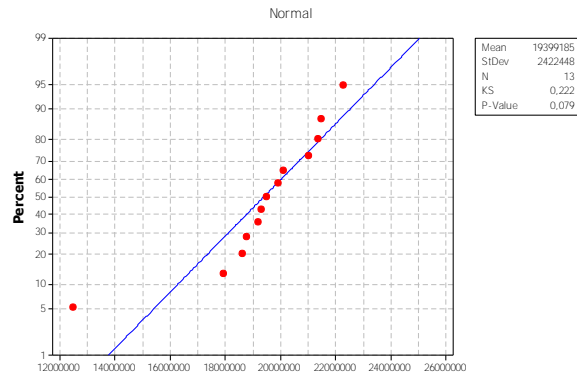
4.3.3 Karakteristik KWH di Atas 200KVA-30.000KVA

Karakteristik KWH pada sektor Industri pada golongan tarif di atas 200KVA-30.000KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2015 ditunjukkan pada Gambar 4.10. Pada bulan Januari 2014 terlihat kenaikan penjualan sebesar 60.907.663 KWH atau dapat dikatakan naik hingga 327%. Peningkatan ini disebabkan adanya tiga program baru oleh PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat. Rata-rata penjualan KWH golongan tarif di atas 200KVA-30.000KVA sebesar 54.562.590 KWH. Rata-rata penjualan KWH sebelum tiga program terlaksana pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 sebesar 1.939.9185 KWH. Rata-rata penjualan KWH setelah tiga program terlaksana pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015 sebesar 73.609.433 KWH.

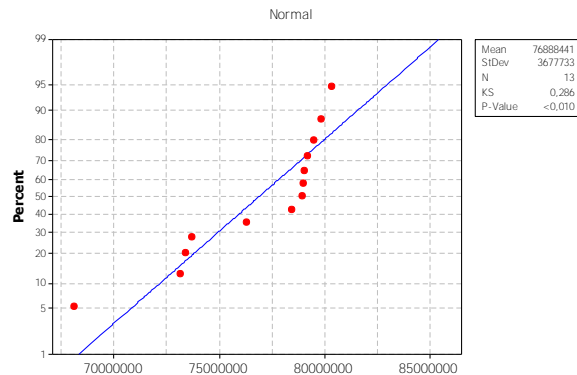


Gambar 4.10 Karakteristik Bulanan Jumlah KWH di Atas 200KVA-30.000KVA

Selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015 berdistribusi normal. Uji normalitas dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12.



Gambar 4.11 Uji Normalitas Jumlah KWH 200KVA-30.000KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013



Gambar 4.12 Uji Normalitas Jumlah KWH 200KVA-30.000KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa *P-Value* 0,079 lebih dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 berdistribusi normal. Sedangkan Gambar 4.12 dapat diketahui bahwa *P-Value* 0,010 kurang dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015 tidak berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji perbedaan *Mann Whitney* dua sampel

independen pada golongan tarif 14KVA-200KVA. Uji perbedaan dua sampel independen merupakan uji beda dua data penjualan KWH 13 bulan sebelum dilaksanakan tiga program baru untuk menaikkan kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan 13 bulan sesudah sesudah tiga program baru dilaksanakan.pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015. Uji Mann Whitney dapat ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji Perbedaan Dua Sampel Independen Jumlah KWH di Atas 200KVA-30.000KVA

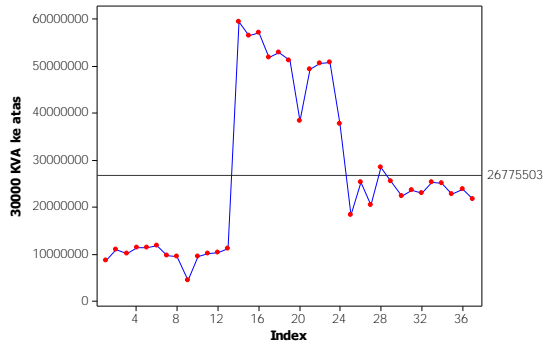
<i>T</i>	<i>P-Value</i>
91	0,00

Tabel 4.3 menunjukan bahwa nilai *Mann Whitney* sebesar 91 kurang dari 123 dan *P-Value* 0,00 kurang dari 0,05 sehingga tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa rata-rata penjualan KWH golongan tarif 200KVA-30.000KVA pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 lebih kecil dibandingkan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015.

4.3.4 Karakteristik KWH di Atas 30.000KVA

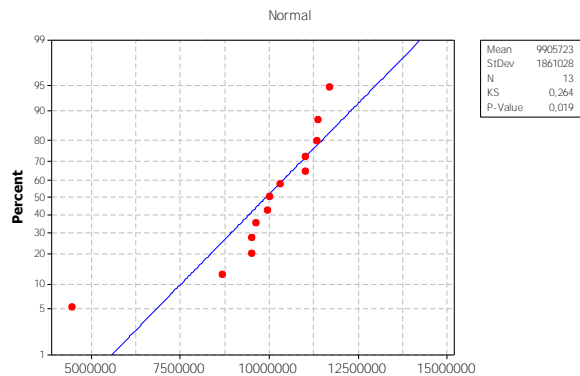
Karakteristik KWH pada sektor Industri pada golongan tarif di atas 30.000KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2015 ditunjukan pada Gambar 4.3. Berdasarkan Gambar 4.13 menunjukan bahwa jumlah KWH untuk golongan tarif di atas 30.000KVA semakin lama semakin mengalami kenaikan. Pada bulan Januari 2014 terlihat kenaikan penjualan sebesar 48.508.000 KWH atau dapat dikatakan naik hingga 439%. Peningkatan ini disebabkan adanya tiga program baru oleh PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat. Rata-rata penjualan KWH golongan tarif di atas 30.000KVA sebesar 56.071KWH. Rata-rata penjualan KWH sebelum tiga program unggulan terlaksana pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 sebesar 9.905.723 KWH. Rata-rata penjualan KWH setelah tiga program

terlaksana pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015 sebesar 35.913.300 KWH.

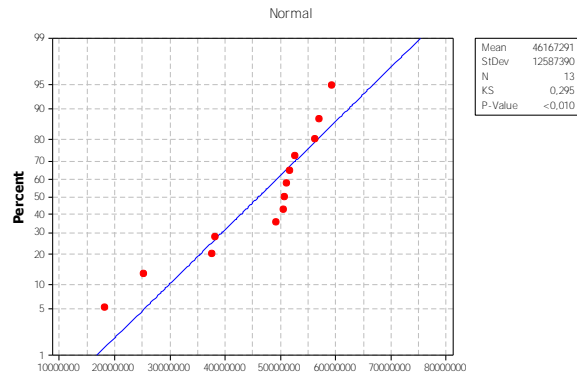


Gambar 4.13 Karakteristik Bulanan Jumlah KWH di Atas 30.000KVA

Selanjutnya dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015. Uji normalitas dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15.



Gambar 4.13 Uji Normalitas Jumlah KWH di Atas 30.000KVA bulan Desember 2012 hingga Desember 2013



Gambar 4.14 Uji Normalitas Jumlah KWH di Atas 30.000KVA bulan Januari 2014 hingga Januari 2015

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa *P-Value* 0,019 kurang dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 tidak berdistribusi normal. Sedangkan Gambar 4.14 dapat diketahui bahwa *P-Value* 0,010 kurang dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015 tidak berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji perbedaan *Mann Whitney* dua sampel independen pada golongan tarif di atas 30.000KVA. Uji perbedaan dua sampel independen merupakan uji beda dua data penjualan KWH 13 bulan sebelum dilaksanakan tiga program baru untuk menaikkan kinerja PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 dan 13 bulan sesudah sesudah tiga program baru dilaksanakan.pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015. Uji Mann Whitney dapat ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Uji Perbedaan Dua Sampel Independen Jumlah KWH di Atas 30.000KVA

W	P-Value
-10,28	0,00

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai *Mann Whitney* sebesar 91 kurang dari 123 dan *P-Value* 0,00 kurang dari 0,05 sehingga tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa rata-rata penjualan KWH golongan tarif di atas 30.000KVA pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2013 lebih kecil dibandingkan pada bulan Januari 2014 hingga Januari 2015.

4.4 Peramalan KWH 3500VA-14KVA

Data yang digunakan untuk meramalkan KWH golongan tarif 3500VA hingga 14KVA adalah pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015. Penggunaan data tersebut dikarenakan adanya perbedaan penjualan KWH setelah tiga program unggulan PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat terlaksana. Untuk mendapatkan hasil peramalan yang baik, maka dilakukan perbandingan model peramalan data *in-sample* dengan model peramalan menggunakan seluruh data peramalan KWH golongan tarif 3500VA hingga 14KVA. Data *in-sample* adalah penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Agustus 2015, sedangkan data *out-sample* adalah penjualan KWH pada bulan September hingga Desember 2015. Analisis peramalan yang digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*. Parameter percobaan yang digunakan dari 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan 0,1 dan optimum ARIMA untuk mendapatkan model yang terbaik. Alat ukur kesalahan yang digunakan yaitu MAPE, RMSD, dan MAD.

4.4.1 Model Peramalan menggunakan Data *In-sample* Golongan Tarif 3500VA-14KVA

Pengujian pembobotan parameter optimum dilakukan untuk mendapatkan model ramalan KWH terbaik. Data yang digunakan untuk pengujian pembobotan parameter adalah data *in-sample* KWH golongan tarif 3500VA hingga 14KVA pada bulan Januari 2014 hingga Agustus 2015. Metode yang digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES).

Tabel 4.5 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* 3500VA-14KVA

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	4,315	3,132	4,207	1	1	1	1
0,2	4,4	3,179	4,274	2	2	2	2
0,3	4,503	3,245	4,334	3	3	3	3
0,4	4,564	3,282	4,400	4	4	4	4
0,5	4,660	3,347	4,478	5	5	5	5
0,6	4,848	3,482	4,569	6	6	6	6
0,7	4,975	3,572	4,678	7	7	7	7
0,8	5,055	3,628	4,808	8	8	8	8
0,9	5,170	3,710	4,963	9	9	9	9

Tabel 4.6 Nilai Akurasi Data *Out-sample Single Exponential Smoothing* 3500VA-14KVA

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	3,317	2,441	2,935	8	5	2	5
0,2	3,300	2,441	2,986	7	5	3	5
0,3	3,277	2,441	3,126	5	5	5	5
0,4	3,262	2,441	3,257	3	5	7	5
0,5	3,257	2,441	3,309	1	5	9	5
0,6	3,261	2,441	3,270	2	5	8	5
0,7	3,274	2,441	3,153	4	5	6	5
0,8	3,296	2,441	3,006	6	5	4	5
0,9	3,328	2,441	2,926	9	5	1	5

Pembobotan optimum menggunakan *Double Exponential Smoothing* pada Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa parameter optimum (*level* ; *trend*) dengan menggunakan metode *double Exponential Smoothing* yaitu (0,1 ; 0,1). Sedangkan akurasi terkecil data *out-sample* pada level dan trend sebesar (0,2 ; 0,1) dan (0,9 ; 0,1) Selanjutnya dilakukan perbandingan parameter optimum manual dan optimum ARIMA dengan menggunakan

metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Metode *Single Exponential Smoothing* memberikan nilai akurasi kesalahan paling kecil dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing*. Parameter optimum ARIMA yang digunakan dalam pengujian *Single Exponential Smoothing* memberikan nilai akurasi kesalahan yang kecil. Sehingga parameter *level* yang dipakai untuk dibuat model yaitu sebesar 0,117364. Nilai akurasi data *out-sample* dengan menggunakan RMSD, MAPE, dan MAD dapat ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.7 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* 3500VA-14KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	4,476	3,224	4,289	1	1	1	1
0,2	0,1	4,680	3,367	4,431	2	2	2	2
0,3	0,1	4,744	3,408	4,505	3	4	3	3,333
0,4	0,1	4,745	3,404	4,576	4	3	4	3,667
0,5	0,1	4,948	3,551	4,662	5	5	5	5
0,6	0,1	5,157	3,702	4,764	6	6	6	6
0,7	0,1	5,282	3,792	4,887	7	7	7	7
0,8	0,1	5,346	3,836	5,034	8	8	8	8
0,9	0,1	5,452	3,912	5,210	9	9	9	9
0,1	0,1	4,476	3,224	4,289	1	1	1	1
0,1	0,2	4,532	3,263	4,407	2	2	2	2
0,1	0,3	4,702	3,386	4,531	3	3	3	3
0,1	0,4	4,919	3,544	4,655	4	4	4	4
0,1	0,5	5,118	3,688	4,773	5	5	5	5
0,1	0,6	5,288	3,812	4,878	6	6	6	6
0,1	0,7	5,426	3,911	4,969	7	7	7	7
0,1	0,8	5,557	4,007	5,045	8	8	8	8
0,1	0,9	5,687	4,103	5,107	9	9	9	9

Tabel 4.8 Nilai Akurasi *Double Exponential Smoothing* 3500VA-14KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	2,964	3,557	2,59255	3	9	9	7
0,2	0,1	2,952	3,306	2,441525	2	6	4	4
0,3	0,1	3,263	3,261	2,4415	5	4	4	4,3
0,4	0,1	3,566	3,234	2,4415	7	2	4	4,33
0,5	0,1	3,673	3,338	2,51965	9	8	8	8,33
0,6	0,1	3,595	3,232	2,4415	8	1	4	4,33
0,7	0,1	3,374	3,250	2,4415	6	3	4	4,33
0,8	0,1	3,090	3,281	2,4415	4	5	4	4,33
0,9	0,1	2,929	3,325	2,4415	1	7	4	4
0,9	0,1	2,929	3,325	2,441	1	1	1	1
0,9	0,2	2,953	3,339	2,447	2	2	2	2
0,9	0,3	3,134	3,922	2,850	3	3	3	3
0,9	0,4	3,732	4,872	3,508	4	4	4	4
0,9	0,5	4,887	6,139	4,386	5	5	5	5
0,9	0,6	6,615	7,739	5,492	6	6	6	6
0,9	0,7	8,920	10,397	7,386	7	7	7	7
0,9	0,8	11,805	14,183	10,118	8	8	8	8
0,9	0,9	15,254	18,632	13,328	9	9	9	9
0,2	0,1	2,952	3,306	2,442	1	1	1	1
0,2	0,2	3,068	3,284	2,442	2	2	2	2
0,2	0,3	3,531	3,607	2,698	3	3	3	3
0,2	0,4	4,420	4,805	3,576	4	4	4	4
0,2	0,5	5,545	6,289	4,657	5	5	5	5
0,2	0,6	6,652	8,000	5,894	6	6	6	6
0,2	0,7	7,550	9,353	6,872	7	7	7	7
0,2	0,8	8,130	10,231	7,508	8	8	8	8
0,2	0,9	8,349	10,585	7,764	9	9	9	9

Tabel 4.9 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA 3500VA-14KVA

Metode	Single Exponential Smoothing		Double Exponential Smoothing	
Parameter pembobotan	Optimum Manual $\alpha=0,1$	Optimum ARIMA $\alpha=0,117364$	Optimum Manual $\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$	Optimum ARIMA $\alpha=0,548918$ dan $\gamma=0,043664$
MAPE	4,315	4,289	4,476	5,078
MAD	3,132	3,112	3,224	3,622
RMSD	4,207	4,225	4,289	4,697
Rangking MAPE	2	1	3	4
Rangking MAD	2	1	3	4
Rangking RMSD	1	2	3	4
Rangking Rata-rata	1,667	1,333	3	4

Tabel 4.10 Nilai Akurasi Optimum Manual dan Optimum ARIMA 3500VA-14KVA

Metode	Single Exponential Smoothing		Double Exponential Smoothing		
Parameter pembobotan	Optimum Manual	Optimum ARIMA	Optimum Manual	Optimum Manual	Optimum ARIMA
	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,117364$	$\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$	$\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$	$\alpha=0,548918$ dan $\gamma=0,043664$
MAPE	2,935	2,838	2,952	2,929	3,102
MAD	3,317	3,316	3,306	3,325	3,284
RMSD	2,442	2,442	2,442	2,441	2,441
Rangking MAPE	3	1	4	2	5
Rangking MAD	3	2	1	4	5
Rangking RMSD	4	4	4	2	2
Rangking Rata-rata	3	2	3	3	4

Sehingga model peramalan optimum dengan penggunaan data *in-sample* dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,117364X_t + (1 - 0,117364)F_t$$

Selanjutnya dilakukan pencarian model peramalan dengan menggunakan seluruh data KWH pada golongan tarif 3500VA hingga 14KVA PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat.

4.4.2 Model Peramalan menggunakan Seluruh Data KWH Golongan Tarif 3500VA-14KVA

Langkah pertama untuk mendapatkan model ramalan KWH terbaik adalah dengan melakukan pengujian pembobotan parameter. Data yang digunakan untuk pengujian pembobotan parameter adalah seluruh data peramalan KWH golongan tarif 3500VA hingga 14KVA pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015. Metode yang digunakan adalah Metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Pengujian pembobotan parameter ditunjukkan dalam Tabel 4.11 dan 4.13.

Tabel 4.11 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* 3500VA-14KVA dengan menggunakan Seluruh Data

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	4,1624	3,0264	4,041485	1	1	1	1
0,2	4,2392	3,072	4,12273	2	2	2	2
0,3	4,3429	3,1421	4,20244	3	3	3	3
0,4	4,4303	3,201	4,284262	4	4	4	4
0,5	4,5593	3,2902	4,371464	5	5	5	5
0,6	4,7694	3,4413	4,467841	6	6	6	6
0,7	4,933	3,5582	4,578941	7	7	7	7
0,8	5,0618	3,6499	4,712335	8	8	8	8
0,9	5,2289	3,7693	4,877089	9	9	9	9

Tabel 4.11 menunjukkan hasil pengujian untuk mendapatkan parameter optimum dengan metode *Single Exponential Smoothing*. Terdapat sembilan parameter yang digunakan dalam pengujian. Sembilan parameter tersebut adalah dengan mencoba nilai *level* dari 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan

0,1. Hasil pengujian untuk mendapatkan parameter optimum didapatkan bahwa parameter *level* sebesar 0,1 memberikan nilai akurasi MAPE, RMSD, dan MAD lebih kecil dibandingkan delapan parameter percobaan lainnya.

Tabel 4.12 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan Seluruh Data 3500VA-14KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata- rata
0,1	0,1	4,3552	3,1449	4,117474954	1	1	1	1
0,2	0,1	4,4829	3,2368	4,263754214	2	2	2	2
0,3	0,1	4,5322	3,272	4,366520354	3	3	3	3
0,4	0,1	4,5715	3,2979	4,460459618	4	4	4	4
0,5	0,1	4,8065	3,4677	4,557104344	5	5	5	5
0,6	0,1	5,0449	3,6398	4,662960433	6	6	6	6
0,7	0,1	5,2162	3,7623	4,784819746	7	7	7	7
0,8	0,1	5,3396	3,8499	4,932149633	8	8	8	8
0,9	0,1	5,5102	3,9714	5,117079245	9	9	9	9
0,1	0,1	4,3552	3,1449	4,117474954	1	1	1	1
0,1	0,2	4,4219	3,1914	4,22536389	2	2	2	2
0,1	0,3	4,5419	3,2774	4,337337893	3	3	3	3
0,1	0,4	4,7086	3,399	4,447088935	4	4	4	4
0,1	0,5	4,8586	3,5093	4,552801335	5	5	5	5
0,1	0,6	5,0131	3,6239	4,656747792	6	6	6	6
0,1	0,7	5,1394	3,7191	4,762908775	7	7	7	7
0,1	0,8	5,2808	3,8254	4,874597419	8	8	8	8
0,1	0,9	5,4864	3,9776	4,993055177	9	9	9	9

Selanjutnya dilakukan percobaan pembobotan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Terdapat sembilan parameter yang digunakan untuk mendapatkan parameter yang optimum. Parameter *level* dan *trend* yang digunakan adalah dari 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan 0,1.

Hasil pengujian menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* untuk mendapatkan optimum ditunjukkan pada Tabel 4.12. Berdasarkan Tabel 4.12 diketahui bahwa dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dapat memberikan parameter optimum (*level* ; *Trend*) sebesar (0,1 ; 0,1) dengan akurasi kesalahan MAPE, RMSD, dan MAD yang dibuat lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan parameter lain. Setelah didapatkan parameter optimum dengan menggunakan *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan seluruh data KWH golongan tarif 3500VA hingga 14KVA, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter optimum yang telah didapatkan dengan optimum ARIMA yang ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data KWH 3500VA-14KVA

Metode	<i>Single Exponential Smoothing</i>	<i>Double Exponential Smoothing</i>	
Parameter pembobotan	Optimum Manual	Optimum Manual	Optimum ARIMA
	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$	$\alpha=0,550772$ dan $\gamma=0,0112898$
MAPE	4,1624	4,3552	5,1294
MAD	3,0264	3,1449	3,6808
RMSD	4,041484876	4,11747495	4,695125
Rangking MAPE	1	2	3
Rangking MAD	1	2	3
Rangking RMSD	1	2	3
Rangking Rata-rata	1	2	3

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter *level* sebesar 0,1 telah memberikan nilai akurasi kesalahan lebih kecil dibandingkan metode *Double Exponential Smoothing*. Sehingga model peramalan optimum dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,1X_t + (1-0,1)F_t$$

selanjutnya dilakukan perbandingan parameter optimum untuk mendapatkan hasil ramalan yang medekati KWH periode mendatang.

4.4.3 Membandingkan Parameter Optimum Data *In-sample* dengan Seluruh Data KWH Golongan Tarif 3500VA-14KVA

Perbandingan parameter optimum dengan menggunakan seluruh data dengan data *in-sample* dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan Seluruh Data dengan Data *In-sample* KWH Golongan Tarif 3500VA-14KVA

Data yang digunakan	Data <i>in-sample</i>	Seluruh data
Metode Terbaik	<i>Single Exponential Smoothing</i>	<i>Single Exponential Smoothing</i>
Parameter pembobotan	Optimum ARIMA	Optimum Manual
	$\alpha=0,117364$	$\alpha=0,1$
MAPE	4,289	4,1624
MAD	3,112	3,0264
RMSD	4,225	4,041484876
Rangking MAPE	2	1
Rangking MAD	2	1
Rangking RMSD	2	1
Rangking Rata-rata	2	1

Berdasarkan Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa terdapat kesamaan metode saat menggunakan seluruh data maupun data *in-sample* yaitu metode *Single Exponential Smoothing*. Namun, parameter optimum berubah dari 0,117364 menjadi 0,1 saat menggunakan seluruh data KWH golongan tarif 3500VA-14KVA. Perubahan parameter optimum dikarenakan *level* 0,1 memberikan nilai MAPE, MAD, dan RMSD paling kecil.

Sehingga model peramalan KWH golongan tarif 3500VA-14KVA adalah sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,1X_t + (1-0,1)F_t$$

Berdasarkan hasil dari model tersebut didapatkan peramalan data jumlah KWH golongan tarif 3500VA-14KVA untuk bulan Januari hingga Juli 2016 pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Nilai Peramalan Jumlah KWH Golongan Tarif 3500VA-14KVA

Bulan	Nilai Peramalan
Januari 2016	72299,9
Februari 2016	72299,9
Maret 2016	72299,9
April 2016	72299,9
Mei 2016	72299,9
Juni 2016	72299,9
Juli 2016	72299,9
Juli 2016	72299,9

4.5 Peramalan KWH di Atas 14KVA-200KVA

Berdasarkan Karakteristik KWH golongan tarif 14KVA hingga 200 KVA, data yang digunakan untuk meramalkan KWH golongan tarif di atas 14KVA hingga 200 KVA adalah pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015. Penggunaan data tersebut dikarenakan adanya perbedaan penjualan KWH setelah tiga program unggulan PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat terlaksana. Untuk mendapatkan hasil peramalan yang baik, maka dilakukan perbandingan model peramalan data *in-sample* dengan model peramalan menggunakan seluruh data peramalan KWH golongan tarif diatas 14KVA hingga 200 KVA. Data *in-sample* adalah penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Agustus 2015, sedangkan data *out-sample* adalah penjualan KWH pada bulan September hingga hingga Desember 2015. Analisis peramalan yang digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*. Parameter

percobaan yang digunakan dari 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan 0,1 dan optimum ARIMA untuk mendapatkan model yang terbaik. Alat ukur kesalahan yang digunakan yaitu MAPE, RMSD, dan MAD.

4.5.1 Model Peramalan menggunakan Data *In-sample* KWH Golongan Tarif di Atas 14KVA-200KVA

Pengujian pembobotan parameter optimum dilakukan untuk mendapatkan model ramalan KWH terbaik. Data yang digunakan untuk pengujian pembobotan parameter adalah data *in-sample* KWH golongan tarif di atas 14KVA hingga 200KVA pada bulan Januari 2014 hingga Agustus 2015. Metode yang digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.16 dan 4.18.

Tabel 4.16 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* Ribuan KWH 14KVA-200KVA

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	7	648	950,999	2	1	1	1,333
0,2	7	664	966,861	2	2	2	2
0,3	7	692	986,936	2	3	3	2,667
0,4	8	712	1012,962	6	4	4	4,667
0,5	8	727	1044,893	6	5	5	5,333
0,6	8	755	1082,306	6	6	6	6
0,7	8	786	1125,125	6	7	7	6,667
0,8	8	821	1173,607	6	8	8	7,333
0,9	9	858	1228,119	9	9	9	9

Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dapat memberikan parameter optimum *level* sebesar 0,1 dengan akurasi kesalahan MAPE, RMSD, dan MAD yang dibuat lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan parameter lain. Parameter *level* 0,1 memberikan hasil nilai MAPE sebesar 7. Sedangkan nilai MAD yang dihasilkan sebesar 648 dan nilai RMSD sebesar 950,999.

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode *Double Exponential Smoothing* ditunjukan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* Ribuan KWH
14KVA-200KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	7	697	946,226	1,5	1	1	1,167
0,2	0,1	7	710	981,258	1,5	2	2	1,833
0,3	0,1	8	723	1008,505	4,5	3	3	3,5
0,4	0,1	8	744	1040,013	4,5	4	4	4,167
0,5	0,1	8	767	1078,044	4,5	5	5	4,833
0,6	0,1	8	804	1122,065	4,5	6	6	5,5
0,7	0,1	9	836	1171,883	7,5	7	7	7,167
0,8	0,1	9	870	1227,944	7,5	8	8	7,833
0,9	0,1	10	915	1290,933	9	9	9	9
0,1	0,1	7	697	946,226	1,5	1	1	1,167
0,1	0,2	7	707	967,115	1,5	2	2	1,833
0,1	0,3	8	716	988,546	4,5	3	3	3,5
0,1	0,4	8	724	1008,893	4,5	4	4	4,167
0,1	0,5	8	731	1026,765	4,5	5	5	4,833
0,1	0,6	8	745	1041,245	4,5	6	6	5,5
0,1	0,7	8	759	1051,955	7,5	7	7	7,167
0,1	0,8	8	771	1058,998	7,5	8	8	7,833
0,1	0,9	8	788	1062,824	9	9	9	9

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dapat memberikan parameter optimum (*level* ; *Trend*) sebesar (0,1 ; 0,1) dengan akurasi kesalahan MAPE, RMSD, dan MAD yang dibuat lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan parameter lain. Setelah didapatkan parameter optimum dengan menggunakan *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan seluruh data

KWH golongan tarif di atas 14KVA hingga 200KVA, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter optimum yang telah didapatkan dengan optimum ARIMA. Hasil perbandingan pengujian dengan menggunakan metode dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA Ribuan KWH 14KVA-200KVA

Metode	<i>Single Exponential Smoothing</i>		<i>Double Exponential Smoothing</i>	
	Optimum Manual	Optimum ARIMA	Optimum Manual	Optimum ARIMA
Parameter pembobotan	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,134679$	$\alpha=0,9$ dan $\gamma=0,4$	$\alpha=0,314860$ dan $\gamma=0,154463$
MAPE	7	7	7	7
MAD	648	690	697	699
RMSD	950,999	957	946,226	1010,644
Rangking MAPE	1,333	1,333	1,333	1,333
Rangking MAD	1	2	3	4
Rangking RMSD	2	3	1	4
Rangking Rata-rata	1,444	2,111	1,778	3,111

Tabel 4.18 menunjukkan metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter *level* 0,1 memberikan nilai kesalahan lebih kecil dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing*. Selanjutnya didapatkan nilai akurasi data *out-sample* yaitu RMSD, MAPE, dan MAD dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* parameter *level* 0,1 dapat ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Nilai Akurasi *Out-sample* dengan *Level* 0,1

RMSD	679,339
MAPE	5,120
MAD	566,837

Sehingga model dengan parameter pembobotan *level* sebesar 0,1 dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,1X_t + (1 - 0,1)F_t$$

Selanjutnya dilakukan pencarian model peramalan dengan menggunakan seluruh data KWH pada golongan tarif 14KVA hingga 200KVA PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat.

4.5.2 Model Peramalan menggunakan Seluruh Data KWH Golongan Tarif 14KVA-200KVA

Langkah pertama untuk mendapatkan model peramalan yang baik adalah mendapatkan parameter optimum. Hasil analisis pembobotan parameter optimum dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.20 dan 4.21.

Tabel 4.20 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* menggunakan Seluruh Data KWH 14KVA-200KVA

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	7	635	906,462	2,5	1	1	1,5
0,2	7	670	936,178	2,5	2	2	2,167
0,3	7	704	962,519	2,5	3	3	2,833
0,4	7	725	987,458	2,5	4	4	3,5
0,5	8	734	1013,061	7	5	5	5,667
0,6	8	748	1040,7	7	6	6	6,333
0,7	8	764	1071,533	7	7	7	7
0,8	8	788	1106,907	7	8	8	7,667
0,9	8	810	1148,449	7	9	9	8,333

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter 0,1 memberikan nilai MAPE, RMSD, dan MAD lebih kecil dibandingkan dengan parameter lainnya. Nilai akurasi kesalahan yang diujikan dengan parameter *level* 0,1 memberikan hasil nilai MAPE sebesar 7. Sedangkan nilai MAD yang dihasilkan sebesar 635 dan nilai RMSD sebesar 906,462. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan seluruh data KWH golongan tarif 14KVA hingga 200KVA yang ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan Seluruh Data KWH 14KVA-200KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	7	659	918,22	1,5	1	1	1,1667
0,2	0,1	7	699	960,902	1,5	2	2	1,8333
0,3	0,1	8	739	993,702	5	3	3	3,667
0,4	0,1	8	761	1021,971	5	4	4	4,333
0,5	0,1	8	773	1050,167	5	5	5	5
0,6	0,1	8	789	1080,548	5	6	6	5,667
0,7	0,1	8	807	1114,535	5	7	7	6,333
0,8	0,1	9	831	1153,821	8,5	8	8	8,167
0,9	0,1	9	859	1200,622	8,5	9	9	8,833
0,1	0,1	7	659	918,22	3	1	1	1
0,1	0,2	7	667	934,609	3	2	2	2,333
0,1	0,3	7	676	952,762	3	3	3	3
0,1	0,4	7	693	972,496	3	4	4	3,667
0,1	0,5	7	719	993,639	3	5	5	4,333
0,1	0,6	8	746	1015,94	7	6	6	6,33
0,1	0,7	8	777	1038,992	7	7	7	7
0,1	0,8	8	808	1062,234	7	8	8	7,667
0,1	0,9	9	836	1085,024	9	9	9	9

Tabel 4.22 menunjukkan metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter optimum ARIMA level 0,0527979 memberikan nilai kesalahan lebih kecil dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing*. Nilai akurasi kesalahan yang diujikan dengan parameter level 0,0527979 memberikan hasil nilai MAPE sebesar 6. Sedangkan nilai MAD yang dihasilkan sebesar 661 dan nilai RMSD sebesar 893,438. Sehingga model peramalan optimum dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,0527979X_t + (1 - 0,0527979)F_t$$

Tabel 4.22 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data 14KVA-200KVA

Metode	<i>Single Exponential Smoothing</i>		<i>Double Exponential Smoothing</i>	
	Optimum Manual	Optimum ARIMA	Optimum Manual	Optimum ARIMA
Parameter pembobotan	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,0527979$	$\alpha=0,9$ dan $\gamma=0,4$	$\alpha=0,478340$ dan $\gamma=0,088645$
MAPE	7	6	7	8
MAD	635	611	667	730
RMSD	906,462	893,438	934,609	1036,052
Rangking MAPE	2,5	1	2,5	4
Rangking MAD	2	1	3	4
Rangking RMSD	2	1	3	4
Rangking Rata-rata	2,167	1	2,833	4

Selanjutnya dilakukan perbandingan parameter optimum saat menggunakan seluruh data dengan data *in-sample*.

4.5.3 Membandingkan Parameter Optimum Data *In-sample* dengan Seluruh Data KWH Golongan Tarif di atas 14KVA hingga 200KVA

Perbandingan parameter optimum menggunakan seluruh data dengan data *in-sample* ditunjukkan dalam Tabel 4.23. Tabel 4.23 menunjukkan metode metode *Single Exponential*

Smoothing dengan parameter optimum sebesar 0,0527979 memberikan hasil nilai akurasi yangf kecil.

Tabel 4.23 Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan Seluruh Data dengan Data *In-sample* KWH Golongan Tarif 14KVA-200KVA

Data yang digunakan	Data <i>in-sample</i>	Seluruh data
Metode Terbaik	<i>Single Exponential Smoothing</i>	<i>Single Exponential Smoothing</i>
Parameter pembobotan	Optimum Manual	Optimum ARIMA
	$\alpha=0,1$	$\alpha= 0,0527979$
MAPE	7	6
MAD	648	611
RMSD	950,999	893,438
Rangking MAPE	2	1
Rangking MAD	1	2
Rangking RMSD	2	1
Rangking Rata-rata	1,667	1,333

Sehingga model peramalan KWH golongan tarif 14KVA-200KVA adalah sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,0527979X_t + (1 - 0,0527979)F_t$$

Berdasarkan hasil dari model tersebut didapatkan peramalan data jumlah KWH golongan tarif 14KVA-200KVA untuk bulan Januari hingga Juli 2016 pada Tabel 4.24

Tabel 4.24 Nilai Peramalan Jumlah KWH Golongan Tarif 14KVA-200KVA

Bulan	Nilai Peramalan
Januari 2016	10493900
Februari 2016	10493900
Maret 2016	10493900
April 2016	10493900
Mei 2016	10493900
Juni 2016	10493900
Juli 2016	10493900

4.6 Peramalan KWH Golongan Tarif 200-30.000KVA

Berdasarkan adanya perbedaan penjualan KWH golongan tarif 200KVA hingga 30.000 KVA setelah tiga program unggulan PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat terlaksana, maka data yang digunakan untuk meramalkan KWH golongan tarif di atas 200KVA hingga 30.000KVA adalah dimulai pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015. Untuk mendapatkan hasil peramalan yang baik, maka dilakukan perbandingan model peramalan data *in-sample* dengan model peramalan menggunakan seluruh data peramalan KWH golongan tarif diatas 200KVA hingga 30.000 KVA. Data *in-sample* adalah penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Agustus 2015, sedangkan data *out-sample* adalah penjualan KWH pada bulan September hingga Desember 2015. Analisis peramalan yang digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*. Parameter percobaan yang digunakan dari 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan 0,1 dan optimum ARIMA untuk mendapatkan model yang terbaik. Alat ukur kesalahan yang digunakan yaitu MAPE, RMSD, dan MAD.

4.6.1 Model Peramalan menggunakan Data *In-sample* KWH Golongan Tarif di Atas 200KVA-30.000KVA

Parameter pembobotan optimum digunakan untuk mendapatkan model peramalan yang baik. Analisis data yang digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Data *in-sample* adalah data penjualan KWH golongan tarif 200KVA hingga 30.000KVA bulan Januari 2014 hingga bulan Agustus 2015. Pengujian pembobotan parameter optimum ditunjukkan dalam Tabel 4.26 dan 4.27.

Tabel 4.25 menunjukkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter 0,3 dan 0,4 memberikan nilai MAPE, RMSD, dan MAD lebih kecil dibandingkan dengan parameter lainnya.

Tabel 4.25 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* Ribuan KWH
200KVA-30.000KVA

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	6	4012	5845,813288	6	6	6	6
0,2	6	3800	5413,183629	6	4	3	4,3333333
0,3	5	3762	5323,73121	2	2	1	1,6666667
0,4	5	3737	5379,241861	2	1	2	1,6666667
0,5	5	3781	5506,30811	2	3	4	3
0,6	6	3958	5675,935165	6	5	5	5,3333333
0,7	6	4141	5877,217624	6	7	7	6,6666667
0,8	6	4325	6107,047814	6	8	8	7,3333333
0,9	7	4517	6365,302978	9	9	9	9

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan data *in-sample* dari data KWH golongan tarif di atas 200KVA hingga 30.000KVA yang ditunjukkan pada Tabel 4.26. Tabel 4.26 menunjukkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* dapat memberikan parameter optimum (*level* ; *Trend*) sebesar (0,1 ; 0,1) dengan akurasi kesalahan MAPE, RMSD, dan MAD yang dibuat lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan parameter lain. Nilai akurasi kesalahan yang diujikan dengan parameter (0,1 ; 0,1) memberikan hasil nilai MAPE sebesar 5. Sedangkan nilai MAD yang dihasilkan sebesar 3550 dan nilai RMSD sebesar 4757,966. Setelah didapatkan parameter optimum dengan menggunakan *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan data *in-sample* dari data KWH golongan tarif di atas 14KVA hingga 200KVA, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter optimum yang telah didapatkan dengan optimum ARIMA. Hasil perbandingan pengujian dengan menggunakan metode dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Tabel 4.27.

Perbandingan pengujian menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan *Double Exponential Smoothing* pada Tabel 4.27 memberikan hasil metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter *level* sebesar 0,1 dan *trend* sebesar 0,1 memberikan nilai akurasi kesalahan dari MAPE, MAD, dan RMSD yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *Single Exponential Smoothing*.

Tabel 4.26 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* Ribuan KWH
200KVA-30.000KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	5	3550	4757,966	1,5	1	1	1,167
0,2	0,1	5	3718	4972,400	1,5	2	2	1,833
0,3	0,1	6	3858	5165,463	5	3	3	3,667
0,4	0,1	6	4064	5369,248	5	4	4	4,333
0,5	0,1	6	4242	5588,691	5	5	5	5
0,6	0,1	6	4371	5823,349	5	6	6	5,667
0,7	0,1	6	4490	6075,173	5	7	7	6,333
0,8	0,1	7	4622	6348,410	8,5	8	8	8,1667
0,9	0,1	7	4743	6647,732	8,5	9	9	8,833
0,1	0,1	5	3550	4757,966	2,5	1	1	1,5
0,1	0,2	5	3599	4836,045	2,5	2	2	2,1667
0,1	0,3	5	3668	4918,579	2,5	3	3	2,833
0,1	0,4	5	3767	5000,776	2,5	4	4	3,5
0,1	0,5	6	3867	5078,182	7	5	5	5,6667
0,1	0,6	6	3965	5147,625	7	6	6	6,333
0,1	0,7	6	4058	5207,595	7	7	7	7
0,1	0,8	6	4146	5258,137	7	8	8	7,667
0,1	0,9	6	4225	5300,468	7	9	9	8,333

Tabel 4.27 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA Ribuan KWH 200KVA-30.000KVA

Metode	Single Exponential Smoothing			Double Exponential Smoothing	
Parameter pembobotan	Optimum Manual $\alpha=0,3$	Optimum Manual $\alpha=0,4$	Optimum ARIMA $\alpha=0,293349$	Optimum ARIMA $\alpha=0,288595$ dan $\gamma=0,140328$	Optimum Manual $\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$
MAPE	5	5	6	6	5
MAD	3762	3737	3827	3956	3550
RMSD	5323,731	5379,242	5316,672	5241,458	4757,966
Rangking MAPE	2	2	3,5	3,5	2
Rangking MAD	3	2	4	5	1
Rangking RMSD	4	5	3	2	1
Rangking Rata-rata	3	3	3,5	3,5	1,333333

Selanjutnya didapatkan nilai akurasi data *out-sample* yaitu RMSD, MAPE, dan MAD dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* parameter *level* 0,1 dan *trend* 0,1 dapat ditunjukkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Nilai Akurasi *Out-sample* dengan $\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$

RMSD	1569,740
MAPE	1,982
MAD	1405,145

Sehingga model *Double Exponential Smoothing* dengan parameter pembobotan *level* sebesar 0,1 dan *trend* sebesar 0,1. dapat dituliskan sebagai berikut.

$$S_t = 0,1 X_t + (1 - 0,1) (S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = 0,1(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0,1)b_{t-1}$$

model peramalan pada periode m mendatang, yaitu:

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

Selanjutnya dilakukan pencarian model peramalan dengan menggunakan seluruh data KWH pada golongan tarif 200KVA hingga 30.000KVA PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat.

4.6.2 Model Peramalan menggunakan seluruh data KWH Golongan Tarif di Atas 200KVA-30.000KVA

Pengujian pembobotan parameter merupakan langkah awal untuk mendapatkan model ramalan KWH terbaik. Data yang digunakan untuk pengujian pembobotan parameter adalah seluruh data peramalan dari data KWH golongan tarif 200KVA hingga 30.000KVA pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015. Metode yang digunakan adalah Metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Terdapat sembilan parameter yang diujikan. Parameter *level* yang digunakan adalah parameter dari 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan parameter 0,1. Pengujian pembobotan parameter dengan metode *Single Exponential Smoothing* ditunjukkan dalam Tabel 4.29 dan 4.31.

Tabel 4.29 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* menggunakan Seluruh Data KWH 200KVA-30.000KVA

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	5	3540	5368,096	4,5	6	6	5,5
0,2	5	3333	4965,047	4,5	1	2	2,5
0,3	5	3402	4916,224	4,5	4	1	3,167
0,4	5	3394	4976,494	4,5	2	3	3,167
0,5	5	3399	5086,212	4,5	3	4	3,833
0,6	5	3500	5228,317	4,5	5	5	4,833
0,7	5	3649	5398,355	4,5	7	7	6,167
0,8	5	3789	5597,283	4,5	8	8	6,833
0,9	6	3920	5828,845	9	9	9	9

Berdasarkan Tabel 4.29 dapat diketahui bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter *level* sebesar 0,2 memberikan nilai akurasi kesalahan MAPE, MAD, RMSD lebih kecil dibandingkan parameter lainnya. Nilai akurasi kesalahan MAPE yang dihasilkan parameter *level* 0,1 sebesar 5. , nilai MAD sebesar 3333 dan nilai RMSD sebesar 4965,047. Setelah didapatkan parameter optimum dengan menggunakan *Single Exponential Smoothing*, selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* yang ditunjukkan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan seluruh data KWH 200KVA-30.000KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	5	3504	4592,252	2,5	1	1	1,5
0,2	0,1	5	3714	4796,279	2,5	2	2	2,1667
0,3	0,1	5	3755	4944,735	2,5	3	3	2,833
0,4	0,1	5	3838	5079,151	2,5	4	4	3,5
0,5	0,1	6	3894	5226,576	7	5	5	5,667
0,6	0,1	6	3909	5396,452	7	6	6	6,333
0,7	0,1	6	3936	5592,501	7	7	7	7
0,8	0,1	6	4025	5819,418	7	8	8	7,667
0,9	0,1	6	4120	6084,039	7	9	9	8,333
0,1	0,1	5	3504	4592,252	2	1	1	1,333
0,1	0,2	5	3612	4678,034	2	2	2	2
0,1	0,3	5	3733	4772,598	2	3	3	2,667
0,1	0,4	6	3864	4874,474	6	4	4	4,667
0,1	0,5	6	3999	4981,543	6	5	5	5,33
0,1	0,6	6	4134	5091,025	6	6	6	6
0,1	0,7	6	4263	5199,69	6	7	7	6,667
0,1	0,8	6	4382	5304,207	6	8	8	7,333
0,1	0,9	6	4490	5401,518	6	9	9	8

Pada pengujian parameter dengan metode *Double Exponential Smoothing* pada Tabel 4.30 dapat diketahui bahwa parameter optimum (*level* ; *trend*) sebesar (0,1 ; 0,1) memberikan nilai akurasi kesalahan MAPE, MAD, dan RMSD lebih kecil dibandingkan percobaan parameter lainnya. Nilai akurasi kesalahan MAPE yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* yaitu sebesar 5. Selain itu nilai MAD yang dihasilkan parameter (0,1; 0,1) sebesar 3504 dan nilai RMSD sebesar 4592,252.

Setelah didapatkan parameter optimum pada setiap metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*, selanjutnya dilakukan perbandingan parameter optimum manual dengan optimum ARIMA dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* yang ditunjukkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data 200KVA-30.000KVA

Metode	<i>Single Exponential Smoothing</i>		<i>Double Exponential Smoothing</i>	
Parameter pembobotan	Optimum Manual	Optimum ARIMA	Optimum Manual	Optimum ARIMA
	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,270737$	$\alpha=0,9$ dan $\gamma=0,4$	$\alpha=0,462308$ dan $\gamma=0,053471$
MAPE	5	5	5	6
MAD	3333	3447	3504	4043
RMSD	4965,047	4975,705	5248,997	27551967
Rangking MAPE	2	2	2	4
Rangking MAD	1	2	3	4
Rangking RMSD	1	2	3	4
Rangking Rata-rata	1,333	2	2,667	4

Perbandingan pengujian parameter pada seluruh data peramalan dengan menggunakan *Double Exponential Smoothing* dan *Single Exponential Smoothing* yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter optimum *level* 0,1

memberikan nilai akurasi kesalahan lebih kecil dibandingkan metode *Double Exponential Smoothing*. Sehingga model peramalan optimum dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,1X_t + (1 - 0,1)F_t$$

Setelah mendapatkan parameter optimum dengan penggunaan seluruh data KWH golongan tarif di atas 200KVA hingga 30.000VA, maka dilakukan perbandingan hasil parameter optimum yang didapat saat penggunaan data *in-sample* dan seluruh data KWH golongan tarif di atas 200KVA hingga 30.000KVA untuk mendapatkan hasil ramalan yang mendekati KWH periode mendatang.

4.6.3 Membandingkan Parameter Optimum Data *In-sample* dengan Seluruh Data KWH Golongan Tarif di Atas 200KVA-30.000KVA

Perbandingan parameter optimum dengan menggunakan seluruh data dengan data *in-sample* dilakukan untuk mengetahui metode pembagian data yang sesuai untuk meramalkan KWH pada golongan tarif 200KVA hingga 30.000KVA.

Tabel 4.32 Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan seluruh data dengan data *in-sample* KWH Golongan Tarif 200KVA-30.000KVA

Data yang digunakan	Data <i>in-sample</i>	Seluruh data
Metode Terbaik	<i>Double Exponential Smoothing</i>	<i>Single Exponential Smoothing</i>
Parameter pembobotan	Optimum Manual	Optimum Manual
	$\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$	$\alpha= 1$
MAPE	5	5
MAD	3550	3333
RMSD	4757,966162	4965,047
Rangking MAPE	1,5	1,5
Rangking MAD	2	1
Rangking RMSD	1	2
Rangking Rata-rata	1,5	1,5

Hasil perbandingan parameter optimum dengan menggunakan seluruh data dengan data *in-sample* dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.32. Berdasarkan Tabel 4.33 menunjukkan adanya perubahan metode terbaik saat dibagi menjadi *in-sample* dan saat menggunakan seluruh data. Metode terbaik saat menggunakan data *in-sample* adalah *Double Exponential Smoothing*. Metode terbaik saat menggunakan seluruh data adalah *Single Exponential Smoothing*. Parameter optimum yang digunakan untuk model peramalan adalah *level* 0,1 dengan metode *Single Exponential Smoothing*. Sehingga model peramalan dan hasil peramalan KWH golongan tarif 200KVA-30.000KVA adalah sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,1X_t + (1 - 0,1)F_t$$

Tabel 4.34 Nilai Peramalan jumlah KWH golongan tarif 200KVA-30.000KVA

Bulan	Nilai Peramalan
Januari 2016	72188200
Februari 2016	72188200
Maret 2016	72188200
April 2016	72188200
Mei 2016	72188200
Juni 2016	72188200
Juli 2016	72188200

4.7 Peramalan KWH 30.000KVA ke atas

Data yang digunakan untuk peramalan KWH golongan tarif di atas 30.000KVA adalah pada bulan Januari 2014 hingga Desember 2015. Penggunaan data tersebut karena adanya perbedaan penjualan KWH setelah tiga program unggulan PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat terlaksana. Perbandingan model peramalan data *in-sample* dengan model peramalan menggunakan seluruh data peramalan KWH golongan tarif diatas 30.000KVA dilakukan untuk mendapatkan hasil peramalan yang

baik. Data *in-sample* adalah penjualan KWH pada bulan Januari 2014 hingga Agustus 2015, sedangkan data *out-sample* adalah penjualan KWH pada bulan September hingga Desember 2015. Analisis peramalan yang digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*. Parameter percobaan yang digunakan dari 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan 0,1 dan optimum ARIMA untuk mendapatkan model yang terbaik. Alat ukur kesalahan yang digunakan yaitu MAPE, RMSD, dan MAD.

4.7.1 Model Peramalan menggunakan Data *In-sample* KWH Golongan Tarif di Atas 30.000KVA

Pengujian pembobotan untuk mendapatkan parameter yang optimum dilakukan agar model peramalan yang dihasilkan terbaik. Data untuk pengujian pembobotan parameter menggunakan data *in-sample* dengan menggunakan *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.35 dan 4.37.

Tabel 4.35 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* Ribuan KWH 30.000KVA ke atas

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	43	11059	14130,689	9	9	9	9
0,2	30	7612	10674,710	8	8	8	8
0,3	23	5935	9061,093	7	7	7	7
0,4	20	5346	8243,173	6	6	6	6
0,5	18	5074	7791,325	5	5	5	5
0,6	17	4866	7524,150	3	3	4	3,3333
0,7	16	4721	7362,862	1	1	3	1,667
0,8	17	4855	7274,773	3	2	2	2,33
0,9	17	5039	7249,865	3	4	1	2,667

Tabel 4.35 menunjukkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter 0,7 memberikan nilai MAPE, RMSD, dan MAD lebih kecil dibandingkan dengan delapan parameter lainnya. Selanjutnya dilakukan pengujian

dengan metode *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan data *in-sample* yang ditunjukkan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* Ribuan KWH 30.000KVA ke atas

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	18	5072	6906,584	5,5	1	1	2,5
0,2	0,1	20	5535	7161,701	8,5	7	2	5,833
0,3	0,1	20	5669	7250,099	8,5	9	9	8,833
0,4	0,1	19	5552	7248,223	7	8	8	7,667
0,5	0,1	18	5294	7218,220	5,5	6	6	5,833
0,6	0,1	17	5139	7189,315	2,5	5	5	4,1667
0,7	0,1	17	5104	7173,967	2,5	2	3	2,5
0,8	0,1	17	5119	7182,266	2,5	3	4	3,1667
0,9	0,1	17	5129	7227,818	2,5	4	7	4,5
0,1	0,1	18	5072	6906,584	1	1	1	1
0,1	0,2	19	5244	7086,075	2	2	2	2
0,1	0,3	20	5444	7279,052	3	3	3	3
0,1	0,4	21	5659	7482,551	4,5	4	4	4,1667
0,1	0,5	21	5882	7693,304	4,5	5	5	4,833
0,1	0,6	22	6109	7907,713	6	6	6	6
0,1	0,7	23	6334	8122,038	7	7	7	7
0,1	0,8	24	6554	8332,634	8	8	8	8
0,1	0,9	25	6764	8536,179	9	9	9	9
0,7	0,1	17	5104	7173,967	1	1	1	1
0,7	0,2	18	5277	7451,775	2,5	2	2	2,1667
0,7	0,3	18	5454	7717,729	2,5	3	3	2,833
0,7	0,4	19	5606	7981,430	4	4	4	4
0,7	0,5	20	5757	8242,872	5,5	5	5	5,1667
0,7	0,6	20	5929	8496,692	5,5	6	6	5,833
0,7	0,7	21	6243	8736,693	7	7	7	7
0,7	0,8	22	6547	8957,680	8	8	8	8
0,7	0,9	23	6789	9155,981	9	9	9	9

Tabel 4.36 menunjukkan menunjukkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* dengan parameter optimum *level ; trend* sebesar (0,1 ; 0,1) dan (0,7 ; 0,1) memberikan nilai MAPE, RMSD, dan MAD lebih kecil dibandingkan dengan parameter percobaan lainnya. Parameter (0,1 ; 0,1) memberikan nilai akurasi kesalahan MAPE sebesar 18, nilai MAD yang sebesar 5072 dan nilai RMSD sebesar 6906,584. Parameter (0,7 ; 0,1) memberikan nilai akurasi kesalahan MAPE sebesar 17, nilai MAD sebesar 5104 dan nilai RMSD sebesar 7173,967. Setelah didapatkan parameter optimum dengan metode *Double Exponential Smoothing* selanjutnya dilakukan perbandingan dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dengan parameter optimum yang telah didapatkan dengan optimum ARIMA. Hasil perbandingan pengujian dengan menggunakan metode dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* ditunjukkan pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA ribuan KWH 30.000KVA ke atas

Metode	<i>Single Exponential Smoothing</i>		<i>Double Exponential Smoothing</i>		
Parameter pembobotan	Optimum Manual $\alpha=0,7$	Optimum ARIMA	Optimum Manual $\alpha=0,1$ dan $\gamma=0,1$	Optimum Manual $\alpha=0,7$ dan $\gamma=0,1$	Optimum Manual
		$\alpha=0,902166$			$\alpha=0,798129$ dan $\gamma=0,055228$
MAPE	16	17	18	17	17
MAD	4721	4844	5072	5104	4987
RMSD	7362,862	7182,986	6906,584	7173,967	7138,031
Rangking MAPE	1	3	5	3	3
Rangking MAD	1	2	4	5	3
Rangking RMSD	5	4	1	3	2
Rangking Rata-rata	2,333	3	3,333	3,667	2,667

Perbandingan parameter optimum manual dan optimum ARIMA yang dihasilkan dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* KWH golongan tarif 30.000 ke atas yang ditunjukkan pada Tabel 4.37 diketahui bahwa dari kedua metode, Metode *Single Exponential Smoothing* yang memberikan nilai akurasi kesalahan lebih kecil dibandingkan metode *Double Exponential Smoothing*. Parameter optimum yang dihasilkan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* yaitu nilai *level* sebesar 0,7. Selanjutnya dilakukan pembobotan data out-sample dengan parameter yang terpilih yaitu 0,7 memberikan nilai RMSD, MAPE, dan MAD yang dapat ditunjukkan pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Pembobotan Optimum *Out-sample* dengan *Level* 0,7

RMSD	1822,943
MAPE	6,939
MAD	1561,245

Setelah didapatkan parameter optimum Sehingga model dengan parameter pembobotan *level* sebesar 0,7 dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,7X_t + (1 - 0,7)F_t$$

Selanjutnya dilakukan pencarian model peramalan dengan menggunakan seluruh data KWH pada golongan tarif diatas 30.000KVA PT PLN (Persero) Area Surabaya Barat.

4.7.2 Model Peramalan menggunakan Seluruh Data KWH GolonganTarif 30.000KVA ke Atas

Langkah pertama untuk mendapatkan model ramalan KWH pada pengujian dengan menggunakan seluruh data KWH golongan tarif golongan tarif 30.000 ke atas yaitu dengan mendapatkan terlebih dahulu parameter pembobotan optimum dengan menggunakan *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES). Pengujian pembobotan parameter optimum ditunjukkan dalam Tabel 4.39 dan 4.41. Berdasarkan percobaan pembobotan untuk mendapatkan dengan

menggunakan *Single Exponential Smoothing* yang ditunjukkan pada Tabel 4.39 dapat diketahui bahwa parameter *level* sebesar 0,7 menghasilkan nilai akurasi kesalahan MAPE, MAD, dan RMSD lebih kecil dibandingkan menggunakan delapan parameter lainnya.. Parameter *level* sebesar 0,7 memberikan nilai akurasi kesalahan MAPE sebesar 14. Sedangkan nilai MAD yang dihasilkan sebesar 4155 dan nilai RMSD sebesar 6751,418. Selanjutnya dilakukan percobaan pembobotan manual dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* yang ditunjukkan pada Tabel 4.40.

Tabel 4.39 Pembobotan Optimum *Single Exponential Smoothing* menggunakan seluruh data KWH di atas 30.000KVA

α	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	43	10807	13479,15	9	9	9	9
0,2	27	6854	9832,039	8	8	8	8
0,3	20	5178	8301,996	7	7	7	7
0,4	17	4666	7550,903	6	6	6	6
0,5	16	4437	7139,46	5	5	5	5
0,6	15	4269	6897,058	3	2	4	3
0,7	14	4153	6751,418	1	1	3	1,667
0,8	15	4269	6672,836	3	3	2	2,667
0,9	15	4427	6652,28	3	4	1	2,667

Pembobotan optimum menggunakan *Double Exponential Smoothing* pada Tabel 4.40 menunjukkan tahap awal untuk mendapatkan parameter optimum didapatkan tiga parameter *level* yang memiliki kesamaan rangking rata-rata terkecil. Tiga parameter *level* tersebut sebesar 0,6 ; 0,7 ; dan 0,8. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan memberikan percobaan pembobotan untuk *trend* sebesar 0,1 hingga 0,9 dengan kelipatan 0,1. Berdasarkan percobaan pembobotan untuk mendapatkan parameter *trend* yang optimum, didapatkan hasil *trend* 0,1 memberikan nilai akurasi kesalahan yang terkecil.

Sehingga didapatkan 3 pasang parameter level dan trend menggunakan metode *double Exponential Smoothing* yaitu (0,6 ; 0,1) , (0,7 ; 0,1) dan (0,8 ; 0,1) Selanjutnya dilakukan perbandingan parameter optimum manual dan optimum ARIMA dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* yang ditunjukkan pada Tabel 4.41. Berdasarkan Tabel 4.41 dapat diketahui bahwa metode *Single Exponential* dengan pembobotan parameter optimum sebesar 0,7 memberikan nilai akurasi yang lebih kecil. Sehingga model peramalan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,7X_t + (1 - 0,7)F_t$$

Setelah mendapatkan parameter optimum dengan penggunaan seluruh data KWH golongan tarif 30.000 ke atas pada bulan Januari 2014 hingga Agustus 2015, maka dilakukan perbandingan hasil parameter optimum yang didapat saat penggunaan data *in-sample* dan seluruh data KWH golongan tarif 30.000 ke atas untuk mendapatkan hasil ramalan yang mendekati KWH periode mendatang.

Tabel 4.40 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan Seluruh Data KWH di Atas 30.000KVA

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,1	0,1	21	5660	7333,775	8	8	8	8
0,2	0,1	23	6003	7742,645	9	9	9	9
0,3	0,1	20	5500	7031,657	7	7	7	7
0,4	0,1	19	5139	6833,888	6	6	6	6
0,5	0,1	17	4746	6713,784	5	5	5	5
0,6	0,1	15	4492	6645,619	2,5	1	3	2,1667
0,7	0,1	15	4496	6612,461	2,5	2	2	2,667
0,8	0,1	15	4531	6611,661	2,5	3	1	2,167

0,9 0,1 15 4563 6650,945 2,5 4 4 3,5

Tabel 4.40 Pembobotan Optimum *Double Exponential Smoothing* dengan menggunakan Seluruh Data KWH di Atas 30.000KVA (Lanjutan)

α	γ	MAPE	MAD	RMSD	Rangking MAPE	Rangking MAD	Rangking RMSD	Rangking Rata-rata
0,6	0,1	15	4492	6645,619	1	1	1	1
0,6	0,2	16	4630	6877,3	2,5	2	2	2,167
0,6	0,3	16	4777	7109,784	2,5	3	3	2,833
0,6	0,4	17	4906	7350,293	4,5	4	4	4,167
0,6	0,5	17	5085	7595,55	4,5	5	5	4,833
0,6	0,6	18	5298	7841,523	6	6	6	6
0,6	0,7	19	5527	8083,314	7	7	7	7
0,6	0,8	20	5687	8315,344	8	8	8	8
0,6	0,9	21	5988	8532,32	9	9	9	9
0,7	0,1	15	4496	6612,461	2	1	1	1,333
0,7	0,2	16	4667	6854,782	3,5	2	2	2,5
0,7	0,3	16	4835	7096,893	3,5	3	3	3,167
0,7	0,4	14	4973	7581,188	1	4	5	3,333
0,7	0,5	17	5112	7813,695	5	5	6	5,333
0,7	0,6	18	5268	8033,008	6	6	7	6,333
0,7	0,7	19	5547	8234,941	7	7	8	7,333
0,7	0,8	20	5827	8416,913	8	8	9	8,333
0,7	0,9	21	6061	53883671	9	9	4	7,333
0,8	0,1	15	4531	6611,661	1	1	1	1
0,8	0,2	16	4684	6862,041	2,5	2	2	2,167
0,8	0,3	16	4826	7109,524	2,5	3	3	2,833
0,8	0,4	17	4934	7353,371	4	4	4	4
0,8	0,5	18	5185	7589,225	5,5	5	5	5,167
0,8	0,6	18	5441	7813,277	5,5	6	6	5,833
0,8	0,7	19	5655	8023,183	8	7	7	7,333

0,8	0,8	19	5808	8218,769	8	8	8	8
0,8	0,9	19	5890	8402,346	8	9	9	8,667

Tabel 4.41 Pembobotan Optimum Manual dan Optimum ARIMA dengan menggunakan Seluruh Data di Atas 30.000KVA

Metode	<i>Single Exponential Smoothing</i>		<i>Double Exponential Smoothing</i>			
Parameter pembobotan	Optimum ARIMA	Optimum Manual	Optimum Manual	Optimum Manual	Optimum Manual	Optimum ARIMA
	$\alpha=0,898037$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,6$ dan $\gamma=0,1$	$\alpha=0,7$ dan $\gamma=0,1$	$\alpha=0,8$ dan $\gamma=0,1$	$\alpha=0,926698$ dan $\gamma=0,003223$
MAPE	15	14	15	15	15	15
MAD	4259	4153	4492	4496	4531	4634
RMSD	6591,547	6751,418	6645,619	6612,461	6611,661	6446,072
Rangking MAPE	4	1	4	4	4	4
Rangking MAD	2	1	3	4	5	6
Rangking RMSD	2	6	5	4	3	1
Rangking Rata-rata	4	2,667	4	4	4	3,667

4.7.3 Membandingkan Parameter Optimum Data *In-sample* dengan Seluruh Data KWH Golongan Tarif di Atas 30.000KVA

Perbandingan parameter optimum dengan menggunakan seluruh data dengan data *in-sample* dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.42. Berdasarkan Tabel 4.42 diketahui bahwa nilai akurasi dengan menggunakan seluruh data menghasilkan nilai MAPE, RMSD, dan MAD yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan data *in-sample*. Namun terdapat kesamaan metode terbaik saat menggunakan seluruh data maupun data *in-sample* yaitu metode *Single Exponential Smoothing* dengan parameter *level* sebesar 0,7. Nilai akurasi MAPE sebesar 14, nilai MAD sebesar 4721 dan nilai RMSD sebesar 6751,418.

Tabel 4.42 Perbandingan Parameter Optimum dengan menggunakan Seluruh Data dengan Data *In-sample* KWH Golongan Tarif 30.000KVA ke Atas

Data yang digunakan	Data <i>in-sample</i>	Seluruh data
Metode Terbaik	<i>Single Exponential Smoothing</i>	<i>Single Exponential Smoothing</i>
Parameter pembobotan	Optimum Manual	Optimum Manual
	$\alpha=0,7$	$\alpha= 7$
MAPE	16	14
MAD	4721	4153
RMSD	7362,862215	6751,418
Rangking MAPE	2	1
Rangking MAD	2	1
Rangking RMSD	2	1
Rangking Rata-rata	2	1

Sehingga model peramalan KWH golongan tarif 30.000KVA ke atas adalah sebagai berikut.

$$F_{t+1} = 0,7X_t + (1 - 0,7)F_t$$

Setelah diketahui model ramalan KWH pada golongan tarif 30.000 ke atas, didapatkan peramalan untuk bulan Januari hingga Juli 2016 pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Nilai Peramalan Jumlah KWH Golongan Tarif 30.000KVA ke Atas

Bulan	Nilai Peramalan
Januari 2016	21846800
Februari 2016	21846800
Maret 2016	21846800
April 2016	21846800
Mei 2016	21846800
Juni 2016	21846800
Juli 2016	21846800

(Halaman sengaja dikoseongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penjualan KWH PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat.

No.	bulan dan tahun	Golongan Tarif			
		3500 VA sd 14 KVA	di atas 14 KVA sd 200 KVA	di atas 200 KVA sd 30000 KVA	30000 KVA ke atas
		-1	-2	-3	-4
1	Des-12	26603	2654834	21381861	8701440
2	Jan-13	24685	2633335	21030511	11025120
3	Feb-13	25229	2540856	20113122	9985440
4	Mar-13	25584	2569605	22284775	11372160
5	Apr-13	26039	2641817	21485862	11383200
6	Mei-13	26863	2656366	19515615	11712960
7	Jun-13	27665	2468781	17953941	9650400
8	Jul-13	26278	2659768	19316326	9519840
9	Agust-13	23447	1689307	12525661	4483200
10	Sep-13	25447	2443636	18797858	9528000
11	Okt-13	26649	2576506	19944173	10035840
12	Nop-13	25363	2464014	19205897	10335360
13	Des-13	25164	2456410	18633809	11041440
14	Jan-14	69954	9759220	79541472	59549440
15	Feb-14	68972	10431178	73431399	56463709
16	Mar-14	77763	11037511	80381066	57251840
17	Apr-14	69616	10829786	79048401	51901720
18	Mei-14	70562	10573977	78964002	52866800
19	Jun-14	71253	11051747	79215460	51200000
20	Jul-14	67704	9020766	68138163	38415820
21	Agust-14	69578	9870518	73753960	49432500

Lampiran 1. Data penjualan KWH PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat (Lanjutan)

No.	bulan dan tahun	Golongan Tarif			
		3500 VA sd 14 KVA	di atas 14 KVA sd 200 KVA	di atas 200 KVA sd 30000 KVA	30000 KVA ke atas
		-1	-2	-3	-4
22	Sep-14	76621	11399664	79108911	50703360
23	Okt-14	76694	11228639	79889874	50910240
24	Nop-14	80639	11279211	78512703	37760820
25	Des-14	77614	11097065	76345742	18395080
26	Jan-15	72144	10831886	73218578	25323459
27	Feb-15	69251	9789893	68670847	20430920
28	Mar-15	73863	10717726	72557490	28494680
29	Apr-15	73145	10367148	68841878	25578040
30	Mei-15	73506	9970065	70736043	22259360
31	Jun-15	74297	10790847	72477691	23666360
32	Jul-15	63132	7370170	56124543	22929920
33	Agust-15	73401	10439021	72641157	25203520
34	Sep-15	69996	10671997	71346223	25134400
35	Okt-15	77198	11321588	70170960	22653000
36	Nop-15	72636	11015756	72125945	23744140
37	Des-15	70072	10210793	71383893	21650080

Lampiran 2. Pengujian perbedaan dua sampel tiap golongan tarif listrik.

Two-Sample T-Test and CI: 3500 VA - 14 KVA; 3500 VA - 14 KVA_1

Two-sample T for 3500 VA - 14 KVA vs 3500 VA - 14 KVA_1

	N	Mean	StDev	SE Mean
3500 VA - 14 KVA	13	25770	1085	301
3500 VA - 14 KVA	13	73009	4238	1175

Difference = μ (3500 VA - 14 KVA) - μ (3500 VA - 14 KVA_1)

Estimate for difference: -47238,3

95% CI for difference: (-49742,4; -44734,2)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -38,93

P-Value = 0,000 DF = 24

Both use Pooled StDev = 3093,3200

```
MTB > TwoSample '3500 VA - 14 KVA' '3500 VA - 14 KVA_1';
```

```
SUBC> Pooled;
```

```
SUBC> Alternative -1.
```

Mann-Whitney Test and CI: C1; C6

	N	Median
C1	13	25584
C6	13	71253

Point estimate for ETA1-ETA2 is -45806

95,4 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-51110;-43959)

W = 91,0

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 < ETA2 is significant at 0,0000

Mann-Whitney Test and CI: C2; C7

	N	Median
C2	13	2569605
C7	13	10831886

Point estimate for ETA1-ETA2 is -8375476
 95,4 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-8608111;-7914210)
 W = 91,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 < ETA2 is significant at 0,0000

Mann-Whitney Test and CI: C3; C8

	N	Median
C3	13	19515615
C8	13	78964002

Point estimate for ETA1-ETA2 is -58184948
 95,4 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-60009565;-54956087)
 W = 91,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 < ETA2 is significant at 0,0000

Mann-Whitney Test and CI: C4; C9

	N	Median
C4	13	10035840
C9	13	50910240

Point estimate for ETA1-ETA2 is -40717920
 95,4 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-44165357;-28765423)
 W = 91,0
 Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 < ETA2 is significant at 0,0000

Lampiran 3. Pembobotan KWH tarif 3500 VA – 14 KVA menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*.

Single Exponential Smoothing for 3500 VA sd 14 KVA

Data 3500 VA sd 14 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,1

Accuracy Measures

MAPE 4,3155
MAD 3,1316
MSD 17,7000

Single Exponential Smoothing for 3500 VA sd 14 KVA

Data 3500 VA sd 14 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,2

Accuracy Measures

MAPE 4,4000
MAD 3,1788
MSD 18,2672

...

...

...

Single Exponential Smoothing for 3500 VA sd 14 KVA

Data 3500 VA sd 14 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,8

Accuracy Measures

MAPE 5,0547

MAD 3,6284

MSD 23,1223

Single Exponential Smoothing for 3500 VA sd 14 KVA

Data 3500 VA sd 14 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,9

Accuracy Measures

MAPE 5,1699

MAD 3,7102

MSD 24,6333

Single Exponential Smoothing for 3500 VA sd 14 KVA

Data 3500 VA sd 14 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,117364

Accuracy Measures

MAPE 4,2895

MAD 3,1119

MSD 17,8477

Lampiran 4. Pembobotan KWH tarif 14 KVA-200KVA
menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*

Single Exponential Smoothing for di atas 14 KVA sd 200 KVA

Data di atas 14 KVA sd 200 KVA

Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,1

Accuracy Measures

MAPE 7

MAD 648

MSD 904399

Single Exponential Smoothing for di atas 14 KVA sd 200 KVA

Data di atas 14 KVA sd 200 KVA

Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,2

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 664
MSD 934821

...

...

...

Single Exponential Smoothing for di atas 14 KVA sd 200 KVA

Data di atas 14 KVA sd 200 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,8

Accuracy Measures

MAPE 9
MAD 821
MSD 1377353

Single Exponential Smoothing for di atas 14 KVA sd 200 KVA

Data di atas 14 KVA sd 200 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,9

Accuracy Measures

```
MAPE      9
MAD       858
MSD      1508276
```

Single Exponential Smoothing for di atas 14 KVA sd 200 KVA

```
Data      di atas 14 KVA sd 200 KVA
Length    20
```

Smoothing Constant

Alpha 0,134679

Accuracy Measures

```
MAPE      7
MAD       690
MSD      915406
```

Lampiran 5. Pembobotan KWH tarif 200KVA-30.000KVA menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*

Single Exponential Smoothing for di atas 200 KVA sd 30000 KVA

```
Data      di atas 200 KVA sd 30000 KVA
Length    20
```

Smoothing Constant

Alpha 0,1

Accuracy Measures

```
MAPE      6
MAD       4012
```

MSD 34173533

Single Exponential Smoothing for di atas 200 KVA sd 30000 KVA

Data di atas 200 KVA sd 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,2

Accuracy Measures

MAPE 6
MAD 3800
MSD 29302557

...

...

...

Single Exponential Smoothing for di atas 200 KVA sd 30000 KVA

Data di atas 200 KVA sd 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,8

Accuracy Measures

MAPE 6

MAD 4325

MSD 37296033

Single Exponential Smoothing for di atas 200 KVA sd 30000 KVA

Data di atas 200 KVA sd 30000 KVA

Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,9

Accuracy Measures

MAPE 7

MAD 4517

MSD 40517082

Single Exponential Smoothing for di atas 200 KVA sd 30000 KVA

Data di atas 200 KVA sd 30000 KVA

Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,293349

Accuracy Measures

MAPE 6

MAD 3827

MSD 28267003

Lampiran 6. Pembobotan KWH tarif di atas 30.000KVA menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*

Single Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,1

Accuracy Measures

MAPE 43
MAD 11059
MSD 199676371

Single Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,2

Accuracy Measures

MAPE 30
MAD 7612
MSD 113949424

...

...

...

Single Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,8

Accuracy Measures

MAPE 17
MAD 4855
MSD 52922329

Single Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,9

Accuracy Measures

MAPE 17
MAD 5039
MSD 52560541

Single Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constant

Alpha 0,902166

Accuracy Measures

MAPE 17
MAD 4844
MSD 51595296

Lampiran 6. Pembobotan KWH tarif 3500VA-14KVA
menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*.

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 4,4761
MAD 3,2240
MSD 18,3967

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,2
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 4,6801
 MAD 3,3668
 MSD 19,6305

...

...

...

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA
 Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,8
 Gamma (trend) 0,1
 Accuracy Measures

MAPE 5,3455
 MAD 3,8364
 MSD 25,3422

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA
 Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,9
 Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 5,4518
 MAD 3,9116

MSD 27,1449

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA

Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1

Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 4,4761

MAD 3,2240

MSD 18,3967

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA

Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1

Gamma (trend) 0,2

Accuracy Measures

MAPE 4,5316

MAD 3,2633

MSD 19,4212

...

...

...

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,8

Accuracy Measures

MAPE 5,5570
MAD 4,0072
MSD 25,4572

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,9

Accuracy Measures

MAPE 5,6867
MAD 4,1025
MSD 26,0824

Double Exponential Smoothing for 3500 VA - 14 KVA

Data 3500 VA - 14 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level)	0,548918
Gamma (trend)	0,043664

Accuracy Measures

MAPE	5,0778
MAD	3,6221
MSD	22,0631

Lampiran 8. Pembobotan KWH tarif 14KVA-200KVA
menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 697
MSD 895344

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,2
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 710
MSD 962867

...

...

...

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,8
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 9
MAD 870
MSD 1507847

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,9
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 10
MAD 915
MSD 1666507

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 697
MSD 895344

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,2

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 707
MSD 935311

...
...

...

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,8

Accuracy Measures

MAPE 8
MAD 771
MSD 1121476

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,9

Accuracy Measures

MAPE 8
MAD 788
MSD 1129594

Double Exponential Smoothing for di atas 14 KVA - 200 KVA

Data di atas 14 KVA - 200 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,314860
Gamma (trend) 0,154463

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 699
MSD 1021401

Lampiran 9. Pembobotan KWH tarif 200KVA-30.000KVA menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*.

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 5
MAD 3550
MSD 22638242

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,2
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 5
MAD 3718
MSD 24724762

...

...

...

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,8
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 4622
MSD 40302305

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,9
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 7
MAD 4743
MSD 44192341

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 5
MAD 3550
MSD 22638242

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,2

Accuracy Measures

MAPE 5
MAD 3599
MSD 23387335

...

...

...

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,8

Accuracy Measures

MAPE 6
MAD 4146
MSD 27648001

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,9

Accuracy Measures

MAPE 6
MAD 4225
MSD 28094957

Double Exponential Smoothing for di atas 200 KVA - 30000 KVA

Data di atas 200 KVA - 30000 KVA
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,288595
Gamma (trend) 0,140328

Accuracy Measures

MAPE 6
MAD 3956
MSD 27472882

Lampiran 10. Pembobotan KWH tarif di atas 30.000KVA
menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 18
MAD 5072
MSD 47700904

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,2
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 20
MAD 5535
MSD 51289962

...

...

...

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,8
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 17
MAD 5119
MSD 51584950

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,9
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 17
MAD 5129
MSD 52241347

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1

Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 18

MAD 5072

MSD 47700904

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas

Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1

Gamma (trend) 0,2

Accuracy Measures

MAPE 19

MAD 5244

MSD 50212453

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas

Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1

Gamma (trend) 0,3

Accuracy Measures

MAPE 20

MAD 5444

MSD 52984592

...

...

...

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas

Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1

Gamma (trend) 0,8

Accuracy Measures

MAPE 24

MAD 6554

MSD 69432788

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas

Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,1

Gamma (trend) 0,9

Accuracy Measures

MAPE 25

MAD 6764

MSD 72866354

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,7
Gamma (trend) 0,1

Accuracy Measures

MAPE 17
MAD 5104
MSD 51465807

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

Data 30000 KVA ke atas
Length 20

Smoothing Constants

Alpha (level) 0,7
Gamma (trend) 0,2

Accuracy Measures

MAPE 18
MAD 5277
MSD 55528954

...

...

...

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

```
Data      30000 KVA ke atas
Length    20
```

Smoothing Constants

```
Alpha (level)  0,7
Gamma (trend)  0,8
```

Accuracy Measures

```
MAPE          22
MAD           6547
MSD          80240039
```

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

```
Data      30000 KVA ke atas
Length    20
```

Smoothing Constants

```
Alpha (level)  0,7
Gamma (trend)  0,9
```

Accuracy Measures

```
MAPE          23
MAD           6789
MSD          83831994
```

Double Exponential Smoothing for 30000 KVA ke atas

```
Data      30000 KVA ke atas
Length    20
```

Smoothing Constants

```
Alpha (level)  0,798129
Gamma (trend)  0,055228
```

Accuracy Measures

MAPE 17

MAD 4987

MSD 50951494

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, simpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Golongan tarif yang memiliki penjualan yang tertinggi hingga terendah pada bulan Desember 2012 hingga Desember 2015 di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat adalah golongan tarif diatas 200KVA hingga 30.000KVA, golongan tarif diatas 30.000 KVA, golongan tarif diatas 14KVA hingga 200KVA dan golongan tarif 3500VA hingga 14KVA. Terjadi kenaikan penjualan KWH pada tahun 2014 dan terjadi penurunan penjualan KWH pada tahun 2015.
- b. Model peramalan terbaik KWH 3500VA hingga 14KVA yaitu $F_{t+1} = 0,117364X_t + (1 - 0,117364)F_t$.
- c. Model peramalan terbaik KWH 14KVA-200KVA yaitu $F_{t+m} = [0,9 X_t + (1 - 0,9)(S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,4(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0,4)b_{t-1}]$
- d. Model peramalan terbaik KWH 200KVA-30.000KVA yaitu $F_{t+m} = [0,9 X_t + (1 - 0,9)(S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,2(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0,2)b_{t-1}]$
- e. Model peramalan terbaik KWH diatas 30.000KVA yaitu $F_{t+m} = [0,9 X_t + (1 - 0,9)(S_{t-1} + b_{t-1})] + [0,2(S_t - S_{t-1}) + (1 - 0,2)b_{t-1}]$

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih banyak permasalahan dan berbagai aspek lain yang belum dikaji secara mendalam salah satunya adalah nilai *RMSD* yang masih tergolong besar. Oleh karena itu, saran yang bisa direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah penggunaan metode yang bisa mengatasi kasus *RMSD* yang besar dan menggunakan metode lain seperti ARIMA agar dapat membandingkan kebaikan model ramalan yang terbentuk. Saran yang bisa disampaikan untuk pihak PT PLN Persero Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat adalah untuk

mempertahankan pelanggan golongan tarif 30.000KVA keatas agar penjualan KWH mengalami kenaikan seperti pada tahun 2014.

- Anggraeni, S.W. (2012). *Peramalan Penjualan Listrik di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Surabaya Barat*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- BBC, Indonesia. (2014). Diambil pada website http://www.bbc.com/indonesia/berita_indonesia/2014/04/140416_walikota_risma_penghargaan pada tanggal 14 Februari 2016.
- Daniel, Wayne.W. (1989) *Statistik Nonparametrik Terapan*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Indonesia, Undang-Undang tentang Badan Usaha Milik Negara, UU No. 19 Tahun 2003, LN No.70 Tahun 2003.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V.E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- PLN, Distribusi Jawa Timur. (2015). *CSR*. Diambil pada website <http://www.pln.co.id/disjatim/?p=30#> pada tanggal 20 Januari 2016.
- Sekar, Yeni. (2015). *Peramalan Jumlah Pengunjung Objek Wisata Owabong di Kabupaten Purbalingga pada Tahun 2015 dengan Metode Exponential Smoothing*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Selfiana, Ratna. (2011). *Peramalan Nilai Ekspor Provinsi Jawa Tengah Tahun 2010*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Walpole, Ronald., (1995). *Pengantar Statistik*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Method*. New York : Addison Wesley Publishing Company, Inc.

BIOGRAFI PENULIS



Terlahir di Surabaya pada tanggal 13 Februari 1995, Annisa Ramadhan merupakan anak kedua dari dua bersaudara dengan kakak laki-laki bernama Jalaludin Rabbani. Putri dari pasangan Bapak Drs. Oscar Rachwardhadi dan Ibu Dra. Nining Tri Nur Anggraeni ini menempuh jenjang pendidikan formal mulai dari TK Perwanida, SDN Menanggal 601 Surabaya, SMPN 22 Surabaya, SMAN 5 Surabaya dan pada tahun 2013. Annisa diterima menjadi mahasiswa Diploma Jurusan Statistika ITS. Selain menjalani aktifitas akademik, Sari juga mengasah *softskill* dengan bergabung dalam beberapa organisasi dan kegiatan kemahasiswaan diantaranya Tim keputrian FORSIS-ITS 2013/2014 dan 2014/2015. Annisa juga memiliki pengalaman menjadi pengajar akademik sejak menduduki bangku SMA hingga sekarang. Memiliki bisnis bergerak dibidang souvenir digital printing bernama “Abipinshop”. Apabila pembaca memiliki saran, kritik, atau ingin berdiskusi dengan penulis, silahkan kirim email ke Annisaramadhan807@gmail.com.